CI 3.15-250

MINISTÉRIO DA DEFESA
EXÉRCITO BRASILEIRO
COMANDO DE OPERAÇÕES TERRESTRES

CADERNO DE INSTRUÇÃO

OPERAÇÃO DO SISTEMA DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS CATEGORIA ZERO

1ª Edição
2025

CI 3.15-250

MINISTÉRIO DA DEFESA
EXÉRCITO BRASILEIRO
COMANDO DE OPERAÇÕES TERRESTRES

CADERNO DE INSTRUÇÃO

OPERAÇÃO DO SISTEMA DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS CATEGORIA ZERO

1ª Edição
2025

PORTARIA COTER/C Ex Nº 564, DE 17 DE JUNHO DE 2025

EB: 64322.013038/2025-59

Aprova o Caderno de Instrução C 3.15-250 – Operação do Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas Categoria Zero, 1ª Edição 2025.

O **COMANDANTE DE OPERAÇÕES TERRESTRES**, no uso da atribuição que lhe conferem os incisos II e XI do art. 10 do Regulamento do Comando de Operações Terrestres (EB10-R-06.001), aprovado pela Portaria do Comandante do Exército nº 914, de 24 de junho de 2019, e de acordo com o que estabelece os art. 5º, 12 e 44 das Instruções Gerais para as Publicações Padronizadas do Exército (EB10-IG-01.002), aprovadas pela Portaria do Comandante do Exército nº 770, de 7 de dezembro de 2011 e alteradas pela Portaria do Comandante do Exército nº 1.266, de 11de dezembro de 2013, resolve:

Art. 1º Fica aprovado o Caderno de Instrução C 3.15-250 – Operação do Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas Categoria Zero, 1ª Edição 2025, que com esta baixa.

Art. 2º Esta portaria entrará em vigor a partir de sua publicação.

Gen Ex FRANCISCO HUMBERTO MONTENEGRO JUNIOR
Comandante de Operações Terrestres

(Publicada no Boletim do Exército nº 26, de 27 de junho de 2025)

FOLHA REGISTRO DE MODIFICAÇÕES (FRM)

NÚMERO DE ORDEM	ATO DE APROVAÇÃO	PÁGINAS AFETADAS	DATA

ÍNDICE DOS ASSUNTOS

Pag

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

1.1 Finalidade 1-1
1.2 Objetivo 1-1
1.3 Considerações Iniciais 1-1
1.4 Definições Básicas 1-2
1.5 Categoria do Sarp 1-7

CAPÍTULO II - LEGISLAÇÃO

2.1 Considerações Gerais 2-1
2.2 Regulamento Brasileiro de Aviação Civil Especial Nº 94 2-1
2.3 Aeronaves Remotamente Pilotadas e o Acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro (ICA 100-40) 2-2
2.4 Regras de Acesso ao Espaço Aéreo quando em Atividades Operacionais 2-4
2.5 Cadastro de Aeronaves e Pilotos 2-7

CAPÍTULO III - APRESENTAÇÃO DO EQUIPAMENTO

3.1 Considerações Gerais 3-1
3.2 Equipamento em uso no Exército Brasileiro 3-1
3.3 Características e Especificações 3-4
3.4 Acessórios e Cargas Úteis 3-17
3.5 Possibilidades do Sarp Catg 0 3-21
3.6 Limitações do Sarp Catg 0 3-23
3.7 Equipamentos utilizado por outros Exércitos 3-24

CAPÍTULO IV - TREINAMENTO E CAPACITAÇÃO

4.1 Considerações Gerais 4-1
4.2 Execução do Treinamento e Capacitação 4-1
4.3 Treinamento Simulado 4-4
4.4 Adestramento do Operador Sarp Catg 0 4-4
4.5 Manutenção do Conhecimento 4-4
4.6 Adestramento da Tropa Apoiada 4-5

CAPÍTULO V - METEOROLOGIA AERONÁUTICA

5.1 Considerações Gerais 5-1
5.2 Vento 5-3
5.3 Massas de Ar 5-7
5.4 Sistemas Frontais 5-9
5.5 Nuvens 5-13
5.6 Nevoeiro 5-20
5.7 Informações Meteorológicas 5-22

CAPÍTULO VI - SEGURANÇA DE VOO

6.1 Considerações Gerais 6-1
6.2 Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER) 6-1
6.3 Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos do Exército (SIPAAEREX) 6-3
6.4 Programa de prevenção de Acidentes Aeronáuticos (PPAA) 6-4
6.5 Ferramentas para a prevenção de Acidentes Aeronáuticos 6-5
6.6 Processo de investigação de Ocorrência Aeronáutica 6-6
6.7 Sistema de Tráfego Aéreo 6-8
6.8 Normas Gerais de Segurança para Operação do Sarp Catg 0 6-9
6.9 Normas Individuais de Segurança para Operação do Sarp Catg 0 6-10

CAPÍTULO VII - PREPARAÇÃO E PROCEDIMENTOS RELACIONADOS AO VOO E AO EQUIPAMENTO

7.1 Considerações Gerais 7-1
7.2 Medidas de Segurança Relacionadas ao Voo e ao Equipamento 7-1
7.3 Planejamento de Voo 7-2
7.4 Preparação da Carga Útil 7-2
7.5 Procedimentos Antes do Voo 7-3
7.6 Procedimentos durante o Voo 7-4
7.7 Procedimentos após o Voo 7-5
7.8 Técnica de Voo 7-6

CAPÍTULO VIII - EMPREGO DO SARP NAS OPERAÇÕES

8.1 Considerações Gerais 8-1
8.2 Conceito Inteligência, Reconhecimento, Vigilância e Aquisição de Alvos (IRVA) 8-1
8.3 Sarp Catg 0 nas Operações 8-2
8.4 Operações Ofensivas 8-5
8.5 Operações Defensivas 8-13
8.6 Operações de Estabilização 8-17
8.7 Operações em Ambiente Urbano 8-18
8.8 Proteção de Estruturas Estratégicas e Pontos Sensíveis 8-20
8.9 Coordenação e Controle do Espaço Aéreo Durante as Operações 8-21

CAPÍTULO IX - MANUTENÇÃO

9.1 Considerações Gerais 9-1
9.2 Escalões de Apoio 9-1
9.3 Vida Útil 9-3
9.4 Manutenção de 1º Escalão 9-5
9.5 Controle do Material 9-7
9.6 Transporte 9-8

CAPÍTULO X - MEIOS ANTI-SARP
10.1 Considerações Gerais 10-1
10.2 Medidas Passivas de Defesa Anti-Sarp 10-1
10.3 Medidas Ativas de Defesa Anti-Sarp 10-3

ANEXO A - FORMULÁRIOS
A.1 Formulário de Solicitação de Uso do Espaço Aéreo A-1
A.2 Formulário de Missão de Voo A-2
A.3 Formulário de Acidente / Incidente A-3

ANEXO B - CHECKLIST DE VOO B-1
ANEXO C - RELATÓRIO DE MISSÃO DE VOO C-1
ANEXO D - CONTROLE DE MANUTENÇÃO DA ARP CONTROLE DE VOO D-1
ANEXO E - CONTROLE DE MANUTENÇÃO DA BATERIA E-1
GLOSSÁRIO - ABREVIATURAS E SIGLAS G-1
REFERÊNCIAS R-1

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

1.1 FINALIDADE

- Este Caderno de Instrução (CI) tem por finalidade padronizar as Táticas, Técnicas e Procedimentos (TTP) de emprego do Sistema Aeronaves Remotamente Pilotada Categoria Zero (SARP Catg 0) - Asa Rotativa.

1.2 OBJETIVO

- Proporcionar os efeitos táticos esperados a fim de maximizar o uso eficaz dessa tecnologia no contexto das operações.

1.3 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1.3.1 As Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP) que se enquadram na categoria zero (Catg 0) possuem detalhes e procedimentos específicos para serem operadas, conforme as regulamentações estabelecidas pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) e autorização especial por parte do Órgão Regional do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), órgão responsável pelo espaço aéreo onde ocorrerá o voo. Em casos especiais, onde parâmetros de voo são fielmente cumpridos e não coloquem em risco a navegação aérea, o emprego dos SARP Catg 0 poderá somente ser somente informado ao DECEA, por meio da Solicitação de acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro por Aeronaves Não Tripuladas (SARPAS).

1.3.2 REGISTRO E CERTIFICAÇÃO

- Toda aeronave deve ser registrada na ANAC, conforme estabelecido pelas regulamentações brasileiras para ARP. Além disso, é necessário que a aeronave obtenha a certificação junto ao DECEA para poder operar legalmente no espaço aéreo brasileiro.

1.3.3 CONHECIMENTO DAS CARACTERÍSTICAS E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

- Para operar as aeronaves, é essencial ter conhecimento sobre as suas características e especificações, como câmera integrada, sensores e tecnologia de voo avançados, sistema de posicionamento, capacidade de voo, autonomia, acessórios e classificações de resistência ao vento, proporcionando um voo seguro e eficaz, com melhor aproveitamento para cada tipo de missão.

1.3.4 SEGURANÇA DE VOO

- É primordial que as operações com ARP sejam conduzidas de maneira segura, minimizando o risco de acidentes e garantindo a integridade das aeronaves, do pessoal e de equipamentos terrestres.

1.3.5 TREINAMENTO ESPECÍFICO

- Os operadores das aeronaves devem receber treinamento específico, abrangendo desde o manuseio e a operação das aeronaves até o processamento e análise dos dados coletados.

1.4 DEFINIÇÕES BÁSICAS

1.4.1 As definições a seguir apresentadas têm o intuito de facilitar a compreensão dos assuntos tratados neste CI.

1.4.2 VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO (VANT)

- Designação genérica utilizada para se referir a todo veículo aéreo projetado para operar sem tripulação a bordo e que possua carga útil embarcada, disponha de propulsão própria e execute voo autonomamente (sem a supervisão humana) para o cumprimento de uma missão ou objetivo específico.
- Entre os meios aéreos classificados como VANT estão os foguetes, os mísseis e as ARP.

1.4.3 AERONAVE REMOTAMENTE PILOTADA (ARP)

- Veículo aéreo em que o piloto não está a bordo (não tripulado), sendo controlado à distância, a partir de uma estação remota de pilotagem, para a execução de determinada atividade ou tarefa.
- Trata-se de uma classe de Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT). Enquadram-se nessa definição todas as aeronaves de asa fixa ou rotativa e aeróstatos (dirigíveis) controláveis nos três eixos, excluindo-se os balões (tradicionais e cativos).

1.4.4 SISTEMA DE AERONAVE REMOTAMENTE PILOTADA (SARP)

- Conjunto de meios necessários ao cumprimento de determinada tarefa com emprego de ARP, englobando, além da plataforma aérea, a carga paga (*payload*), a estação de controle de solo, o terminal de transmissão de dados, o terminal de enlace de dados, a infraestrutura de apoio e os recursos humanos.
- Em função do desenvolvimento tecnológico, alguns desses componentes podem ser agrupados.

1.4.5 SARP SMEM

- Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas adquirido e distribuído pela cadeia de suprimento logístico do Exército Brasileiro, no qual tem sua suportabilidade logística realizada pelo Comando Logístico (COLOG).

1.4.6 ARP NÃO SMEM

- ARP, *drones*, aeromodelos e outras aeronaves adquiridas por iniciativas isoladas das diversas OM do EB.

1.4.7 PLATAFORMA AÉREA

- Constituída pela ARP propriamente dita, incluindo grupo motopropulsor, podendo ser elétrico ou à combustão, sistema elétrico e sistema de navegação e controle embarcados, necessários ao controle, à navegação e à execução das diferentes fases do voo.

1.4.8 ALTURA DE OPERAÇÃO

- Indica a altura (*Above Ground Leve l*- AGL, na sigla em inglês) em que a ARP, em função das características dos equipamentos embarcados, tem melhores condições de cumprir suas missões;

1.4.9 ALTITUDE MÁXIMA

- Indica a altitude máxima, expressa em pés (**ft**, na sigla em inglês) ou metros (m), que a ARP pode atingir, em função de suas características de desempenho ou capacidade de controle.

1.4.10 CARGA PAGA OU ÚTIL (*PAYLOAD*)

- Compreende os sensores e os equipamentos embarcados na plataforma aérea, que permitem o cumprimento das missões.
- De acordo com a capacidade de transporte da plataforma aérea, podem englobar: câmeras de sensores eletro-ópticos (EO) e infravermelhos (IR), radares de abertura sintética (***Synthetic Aperture Radar- SAR***, na sigla em inglês) e de detecção de atividades (***Ground Moving Target Indicator- GMTI***, na sigla em inglês), apontadores e/ou designadores *laser* (***Laser Range Finder or Designator***), dispositivos de comunicações e de guerra eletrônica (GE), acústicos, entre outros.

1.4.11 DIMENSÃO

- Refere-se aos parâmetros de altura, comprimento e envergadura, que caracterizam a ARP e os componentes associados para transporte.

1.4.12 DISTÂNCIA MÁXIMA DE TRANSMISSÃO

- Expressa em quilômetros, é a distância entre a Estação de Controle de Solo (ECS) e a ARP, na qual é possível garantir que as trocas de dados ocorram de maneira contínua e confiável.

1.4.13 PESO MÁXIMO DE DECOLAGEM (PMD)

- Indica o peso máximo admitido para que cada ARP possa decolar para cumprir sua missão, considerando o seu peso básico, o peso da carga útil e do combustível e lubrificantes (quando for o caso) - expresso em quilogramas (kg);

1.4.14 RAIO DE AÇÃO

- É a distância, medida em km, que indica o alcance que a ARP pode atingir, mantendo

as condições normais de funcionamento coerente com sua autonomia, velocidade e distância máxima de transmissão, considerando o tempo necessário para a decolagem, o cumprimento da missão e o pouso.

1.4.15 VELOCIDADE DE CRUZEIRO

- Velocidade, expressa em "nós" (kt, na sigla em inglês) ou quilômetros por hora (km/h), que relaciona a melhor condição de alcance com o consumo de combustível.

1.4.16 VELOCIDADE DE MÁXIMO ALCANCE

- Velocidade na qual a aeronave alcança a maior distância possível em dada condição de desempenho. Trata-se da condição que provê a maior velocidade com a menor potência utilizada.

1.4.17 ESTAÇÃO DE CONTROLE DE SOLO (ECS)

1.4.17.1 Componente fixo ou móvel que realiza a interface entre o operador, a ARP e a carga paga, permitindo o planejamento e a condução do voo e da missão.

- Contém toda a interface de comunicações (rádio ou satelital) entre o operador, a ARP e as estações de tráfego de controle aéreo ou centro de operações na região de operações.

1.4.17.2 Poderá ser, conforme a categoria do SARP, portátil (transportada por um homem) ou embarcada em viaturas ou cabines (***shelters***).

- No caso das cabines, normalmente é composta pelo terminal de pilotagem da ARP, para comando da plataforma aérea e o terminal de controle do ***payload***, os quais podem compor uma única estação conjugada ou estarem separados.

1.4.18 TERMINAL DE TRANSMISSÃO DE DADOS (TTD)

- Consiste nos equipamentos necessários para realizar os enlaces entre a aeronave e a ECS, servindo tanto para o controle do voo (telemetria e telecomando) quanto para o controle da carga paga e a coordenação com os órgãos de controle de tráfego aéreo.

1.4.19 TERMINAL DE ENLACE DE DADOS (TED)

- Consiste nos equipamentos necessários para realizar o enlace com o sistema de comando e controle da F Ter, valendo-se de meios militares e civis, permitindo a transmissão em tempo real, para um centro decisor dos dados coletados pelo SARP. Pode ser um equipamento a parte ou integrar a ECS ou o TTD.

1.4.20 CONJUNTO DE APOIO DE SOLO (CAS)

- Equipamento necessário para movimentação e manuseio de ARP, ECS e sistemas associados, possibilitando abastecimento, pesagem, manutenção e deslocamento dos sistemas conforme a missão, incluindo as viaturas necessárias às operações, geradores, a ferramental e manuais operacionais e de manutenção associados aos SARP.

1.4.21 TIPOS DE ENLACE

1.4.21.1 Forma como é realizada a comunicação entre a ARP e a ECS. Os enlaces podem ocorrer de duas formas:

a) Linha de Visada Direta; e
b) Além da Linha de Visada Direta.

1.4.21.2 Linha De Visada Direta (*Line Of Sight*- LOS, em inglês)

- Este tipo, normalmente, utiliza enlace via rádio, podendo utilizar repetidoras para ampliar o alcance.

1.4.21.3 Além da Linha de Visada Direta (*Beyond Line Of Sight*- BLOS, em inglês)

- Este tipo de enlace utiliza, normalmente, comunicações via satélite.

1.4.22 TIPOS DE OBSERVAÇÃO

1.4.22.1 Linha De Visada Visual (*Visual Line Of Sight- VLOS*, em inglês)

- Operação sob regras de voo visual na qual o piloto mantém o contato visual direto com a aeronave (sem auxílio de recursos extras) de modo a conduzir o voo com a responsabilidade de manter a separação de outras aeronaves para evitar condições inseguras de voo

1.4.22.2 Além da Linha de Visada Visual (*Beyond Visual Line Of Sight*- BVLOS, em inglês)

- Operação na qual o operador não tem visada sobre a ARP, utilizando recursos de tecnologia para prover a segurança de voo.

1.4.23 TRANSPORTABILIDADE

- Capacidade dos SARP serem transportados de um ponto de origem até um ponto de destino, podendo ser classificada em:

a) Portátil
   - Transportado (em mochilas ou *cases*), preparado, operado e lançado por até 3 (três) militares.
   - A guarnição, quando existente, pode valer-se de uma pequena viatura (3/4 Ton) para deslocamentos.
b) Embarcado
   - Transportado em viaturas (incluindo reboque), admitindo-se tarefas de montagem e de desmontagem mais elaboradas e a utilização de acessórios (equipamentos) para realização do lançamento e do resgate da ARP.
   - Normalmente, requer uma guarnição de 4 (quatro) militares ou mais.
c) Complexo
   - Normalmente acondicionado em *shelters* para ser transportado em aeronaves, embarcações ou viaturas.

- Não se prevê a movimentação constante do sistema. Requer um considerável tempo de preparação para o embarque e a recolocação em operação.

1.4.24 OBSERVADOR DE ARP

- Militar integrante da Equipe de Operação do SARP que, por meio da observação visual da ARP, sem o uso de lentes e outros equipamentos, auxilia o operador na condução segura do voo, necessitando para tanto, comunicação permanente com o mesmo.

1.4.25 CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS DE VOO VISUAL (VISUAL METEOROLOGICAL CONDITIONS - VMC)

- Condições meteorológicas, expressas em termos de visibilidade, nuvens e teto, iguais ou superiores aos mínimos especificados nas Instruções do Comando da Aeronáutica ICA 100-12 Regras do Ar.

1.4.26 CIRCULAÇÃO AÉREA GERAL (CAG)

- Conjunto de movimentos de aeronaves civis e militares em missões de rotina, não classificadas como de emprego militar.

1.4.27 CIRCULAÇÃO OPERACIONAL MILITAR (COM)
- Conjunto de movimentos de aeronaves militares em operação de treinamento ou emprego militar.

1.4.28 ESPAÇO AÉREO SEGREGADO

- Área restrita, publicada em NOTAM ou no AIP, onde o uso do espaço aéreo é exclusivo a um usuário específico, não compartilhado com outras aeronaves.

1.4.29 *NOTICE TO AIRMEN (*NOTAM)

- Significa "Aviso aos Aeronavegantes". É uma mensagem que tem por finalidade divulgar alterações e restrições temporárias que possam ter impacto nas operações aéreas, como, por exemplo, a indisponibilidade de um determinado auxílio à navegação aérea, uma pista que esteja interditada, o fechamento de uma porção do espaço aéreo, etc.
- O NOTAM tem duração máxima de três meses e, para alterações superiores a este período de tempo, a informação é divulgada via Suplemento AIP.

1.4.30 TERMINAL AREA *FORECAST* (TAF)

- É uma descrição completa das condições meteorológicas previstas em um aeródromo durante o período de validade, incluindo qualquer mudança considerada significativa para as operações aéreas. Contém informações específicas apresentadas numa ordem fixa.

1.4.31 METEOROLOGICAL AERODROME REPORT *(*METAR)

- É um informe meteorológico regular de aeródromo. É utilizado para a descrição

completa das condições meteorológicas observadas em um aeródromo específico. É reportado em intervalos regulares de 1 (uma) hora.

1.4.32 SPECIAL WEATHER REPORT (SPECI)

- É um informe meteorológico especial de aeródromo. Utilizado para a descrição completa das condições meteorológicas quando ocorrer uma ou mais variações significativas nas condições meteorológicas entre os intervalos das observações regulares.
- O SPECI é uma espécie de "METAR fora de hora".

1.4.33 POSIÇÃO OPERACIONAL TÁTICO SARPAS (SISTEMA PARA SOLICITAÇÃO DE ACESSO AO ESPAÇO AÉREO BRASILEIRO POR AERONAVES NÃO TRIPULADAS)

- Posição operacional localizada no Centro de Gerenciamento da Navegação Aérea (CGNA) caracterizada por um conjunto de encargos atribuídos ao Gerente Nacional de Fluxo (GNAF) com a finalidade de receber as informações relatadas pelos usuários externos, referentes a perda de enlace C2, e difundir alertas de perigo aos órgãos ATS (***Air Traffic Service***) locais, com vistas a subsidiar as equipes para que adotem as medidas necessárias em prol da manutenção da segurança operacional.

1.4.34 ZONA DE RESTRIÇÃO DE VOO (FLIGHT-RESTRICTED ZONE- FRZ)

- Área específica na qual o acesso de ARP requer autorização mediante análise ATM do órgão regional, considerando as restrições previstas em função das alturas e distâncias dos aeródromos e helipontos ou áreas de segurança.

1.4.35 AERÓDROMO

- Área delimitada em terra ou na água destinada, no todo ou em parte, para pouso, decolagem e movimentação em superfície de aeronaves; inclui quaisquer edificações, instalações e equipamentos de apoio e de controle das operações aéreas, se existirem.
- Quando destinado exclusivamente a helicópteros, recebe denominação de heliponto.

1.4.36 *PART NUMBER (*PN)

- É o conjunto de números que dão o nome de um componente.

1.4.37 *SERIAL NUMBER* (SN)

- É o conjunto de números que dão a identidade única de um componente.

1.5 CATEGORIA DO SARP

1.5.1 Existem vários parâmetros para a classificação dos SARP, tais como os parâmetros de desempenho, a massa (peso) do veículo, a natureza das ligações utilizadas, os efeitos produzidos pela carga paga, as necessidades logísticas ou o escalão responsável pelo emprego do sistema.

1.5.2 No âmbito do Exército Brasileiro, os SARP são categorizados de acordo com as Condicionantes Doutrinárias e Operacionais Nº 02/2024 (CONDOP Nº 02/2024) do Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP), conforme apresentado na Tab a seguir:

<table>
<tr><th>Catg</th><th>Nível de emprego</th><th>Esc Prio Apoiado</th><th>PMD</th><th>Altura de emprego</th><th>Raio de ação</th><th>Autonomia</th><th>Nome</th></tr>
<tr><td>5</td><td rowspan="2">Estratégico/Operacional</td><td rowspan="2">Com TO</td><td rowspan="2">Acima de 600 Kg</td><td>Até 65.000 ft (19.700 m)</td><td rowspan="2">Maior que 150 Km BLOS</td><td>Pelo menos 30 h</td><td>Alta altitude, grande autonomia (HALE)</td></tr>
<tr><td>4</td><td>Até 45.000 ft (14.000 m)</td><td>Pelo menos 20 h</td><td>Média altitude, grande autonomia (MALE)</td></tr>
<tr><td>3</td><td rowspan="5">Tático</td><td>C Ex</td><td>Até 600 Kg</td><td>Até 18.000 ft (5.500 m)</td><td>Maior que 150 Km BLOS/LOS</td><td>Pelo menos 15 h</td><td>Baixa Altitude, grande autonomia (LALE)</td></tr>
<tr><td>2</td><td>DE</td><td>Até 200 Kg</td><td>Até 10.000 ft (3.300 m)</td><td>Até 150 Km BLOS/LOS</td><td>Pelo menos 8h</td><td>Pequeno</td></tr>
<tr><td>1</td><td>Bda</td><td>Até 30 Kg</td><td>Até 3.000 ft (900 m)</td><td>Até 50 Km LOS</td><td>Pelo menos 50 min</td><td>Mini</td></tr>
<tr><td rowspan="2">0</td><td>U e SU</td><td>Até 10 kg</td><td>Até 400 ft (140 m)</td><td>Até 15 km LOS</td><td>Pelo menos 25 min</td><td>Micro</td></tr>
<tr><td>Pel e GC</td><td>Até 0,25 Kg</td><td>Até 400 ft (140 m)</td><td>Até 5 Km LOS</td><td>Pelo menos 20 min</td><td>Nano</td></tr>
</table>

Tab 1-1- Categorias de SARP.

CAPÍTULO II

LEGISLAÇÃO

2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

2.1.1 A utilização de aeronaves remotamente pilotadas tem crescido exponencialmente. No entanto, essa expansão trouxe consigo a necessidade de regulamentação adequada para garantir a segurança operacional, a privacidade, a integridade do espaço aéreo e o respeito às normas legais.

2.1.2 A operação das ARP é balizada por um conjunto de legislações e regulamentos emitidos por diferentes órgãos governamentais, que estabelecem requisitos técnicos, procedimentos operacionais, restrições e responsabilidades para os operadores. Estas legislações incluem o Regulamento Brasileiro de Aviação Civil Especial (RBAC-E) Nº 94, da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), e portarias do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), dentre outras.

2.1.3 ATENÇÃO**:** o conhecimento da legislação em vigor sobre o assunto é de caráter OBRIGATÓRIO para os operadores dos SARP.

2.1.4 O uso de ARP não SMEM em atividades operacionais deve ser informada ao COTER. Além disso, deve ter sua missão regulada, constando inclusive o Plano de Voo detalhado da aeronave em uma Ordem de Operações ou Plano de Reconhecimento. Situações inopinadas devem gerar Ordens Fragmentárias.

2.2 REGULAMENTO BRASILEIRO DE AVIAÇÃO CIVIL ESPECIAL Nº 94

2.2.1 O RBAC-E Nº 94 é a principal regulamentação que define os requisitos legais para operações de SARP no país. O conhecimento desta norma é essencial e obrigatório para a operação de SARP.

2.2.2 RESPONSABILIDADE E AUTORIDADE DO PILOTO REMOTO EM COMANDO

- O piloto remoto em comando de uma aeronave não tripulada é diretamente responsável pela condução segura da aeronave, pelas consequências advindas, e tem a autoridade final por sua operação.

2.2.3 DESCUMPRIMENTO ÀS REGRAS ESTABELECIDAS

2.2.4.1 O não cumprimento dos requisitos estabelecidos neste Regulamento Especial será apurado e os infratores estarão sujeitos às sanções previstas na Lei Nº 7.565/86- Código Brasileiro de Aeronáutica (CBA).

2.2.4.2 Por medida cautelar, a ANAC poderá suspender temporariamente as operações quando houver suspeita ou evidência de descumprimento de requisitos deste Regulamento Especial que afetem significativamente o nível de risco da operação.

2.2.5 ATRIBUIÇÕES DE PRÉ-VOO

- Antes de iniciar um voo, o piloto remoto em comando de uma aeronave não tripulada deve tomar ciência de todas as informações necessárias ao planejamento do voo.

2.2.6 POSTO DE TRABALHO DO PILOTO REMOTO

2.2.6.1 É necessária a presença de um piloto remoto requerido para a operação no posto de trabalho do piloto remoto (***Remote Pilot Station*- RPS**, na sigla em inglês) durante todas as fases do voo, sendo admitida a troca do piloto remoto em comando durante a operação.

2.2.6.2 Um piloto remoto somente pode operar um único ARP por vez, exceto se de outra forma autorizado pela ANAC. (Redação dada pela Resolução nº 622, de 01.06.2021)

2.2.7 REQUISITOS DE AUTONOMIA

- Somente é permitido iniciar uma operação de aeronave não tripulada se, considerando vento e demais condições meteorológicas conhecidas, houver autonomia suficiente para realizar o voo e, após isso, pousar em segurança no local previsto.

2.3 AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS E O ACESSO AO ESPAÇO AÉREO BRASILEIRO (ICA 100-40)

2.3.1 A ICA 100-40 (Instrução sobre Aeronaves não Tripuladas e o Acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro) é uma publicação do DECEA que estabelece diretrizes para a operação segura de aeronaves remotamente pilotadas no espaço aéreo brasileiro. Ter conhecimento desse documento é essencial para os operadores.

2.3.2 DOCUMENTAÇÃO ESPECÍFICA

2.3.2.1 Da Aeronave

- Para a emissão de documentação específica de Registro de UA ou equivalente, quando aplicável, deverão ser seguidas as orientações estabelecidas pela ANAC para as ARP civis e pelos respectivos Comandos para ARP militares (orgânicas das Forças Armadas).

2.3.2.2 Do Piloto

- A emissão de documentação específica à qualificação de pilotos e observadores de ARP, pertencentes ao efetivo das Forças Armadas, ficará a cargo das respectivas Forças.

2.3.2 PROCESSO DE SOLICITAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO

2.3.2.1 Autorização

2.3.2.1.1 Segundo a Convenção de Chicago, no seu Art. 8º, toda operação de aeronave não tripulada estará sujeita à emissão de uma autorização.

2.3.2.1.2 A operação das aeronaves não tripuladas dentro das fronteiras do seu Estado de Registro será conforme definida por sua autoridade competente.

- No caso do Brasil, após as deliberações de outras organizações, tais como Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) e Ministério da Defesa (MD), o acesso ao Espaço Aéreo deverá seguir o previsto neste capítulo e respectivos anexos.

2.3.2.2 Solicitação de Cadastro no Sarpas

2.3.2.2.1 Para que seja possível a utilização da plataforma do DECEA para solicitação de acesso ao espaço aéreo brasileiro por aeronaves não tripuladas denominado “SARPAS”, o usuário deverá utilizar o Login Único do Governo Federal (gov.br).

- O perfil Pessoa Jurídica deverá ser criado por meio de um Perfil Pessoa Física, que será o Administrador SARPAS.

2.3.2.2.2 No primeiro acesso ao SARPAS, será gerado o ID Operacional do usuário, e as aeronaves não tripuladas, em inglês, *Unmanned Aircraft* (UA) com Sistema de Aeronaves Não Tripuladas (SISANT) serão disponibilizadas no SARPAS, mediante sincronização com a ANAC.

- As aeronaves militares (orgânicas das Forças Armadas) não serão cadastradas no SISANT, devendo ser cadastradas pelo Administrador SARPAS diretamente no Sistema SARPAS do DECEA.

2.3.2.3 Solicitação De Acesso Ao Espaço Aéreo Brasileiro

2.3.2.3.1 A solicitação para o acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro deverá ser feita no SARPAS pelo operador da aeronave ao Órgão Regional (Centros Integrados de Defesa Aérea e Controle de Tráfego Aéreo- CINDACTA I, II, III e IV, e Centro Regional de Controle do Espaço Aéreo Sudeste- CRCEA-SE) responsável pela área na qual a operação pretendida ocorrerá, por meio do *link* disponível na página do DECEA.

2.3.2.3.2 As informações fornecidas no SARPAS, durante a solicitação do voo, são de total responsabilidade do operador da aeronave.

2.3.2.3.3 A solicitação realizada por meio do SARPAS será direcionada ao Órgão Regional responsável pelo espaço aéreo requerido, com base no ponto de decolagem inserido no sistema.

- Durante a operação, o piloto remoto em comando deverá ater-se à altura de voo solicitada sem, no entanto, extrapolar a altitude limite de voo decorrente daquela.
- É importante salientar que a operação deve ser realizada no volume de espaço aéreo solicitado, sendo imputadas todas as responsabilidades ao Operador, no caso de descumprimento do previsto e autorizado.

2.3.2.3.4 As solicitações que não contenham todas as informações necessárias ou com informações impertinentes não serão enviadas ou serão indeferidas, sendo comunicado ao operador somente o motivo do indeferimento por intermédio do SARPAS.

2.3.2.4 Emissão Da Autorização

2.3.2.4.1 Após analisar a solicitação recebida, o Órgão Regional, por meio do SARPAS, emitirá a AUTORIZAÇÃO, na qual deverá constar o resultado da análise ATM efetuada, mediante o estabelecimento das condicionantes necessárias à manutenção da segurança da navegação aérea.

2.3.2.4.2 Cabe ressaltar que a operação deverá ocorrer com base nas condicionantes operacionais estabelecidas pelo Órgão Regional.

2.3.2.4.3 O operador deverá cumprir fielmente as condicionantes estabelecidas pelo Órgão Regional, sob pena de ter a sua autorização de acesso ao espaço aéreo suspensa, bem como incorrer nas sanções administrativas preconizadas no Código Brasileiro de Aeronáutica (CBA).

2.3.2.4.4 ATENÇÃO: Nem sempre o que é solicitado será autorizado na íntegra, cabendo ao operador operar dentro dos parâmetros autorizados.

2.4 REGRAS DE ACESSO AO ESPAÇO AÉREO QUANDO EM ATIVIDADES OPERACIONAIS

2.4.1 CADASTRO DE AERONAVES MILITARES

2.4.1.1 As ARP não SMEM não são consideradas aeronaves militares. No âmbito do Exército, o COTER editou as Normas Operacionais de Emprego para Aeronaves Remotamente Pilotadas Não Pertencentes aos Sistemas de Material de Emprego Militar (ARP Não SMEM).

2.4.1.2 Os SARP fornecidos pela cadeia de suprimento, considerados como aeronaves militares (orgânicas das Forças Armadas), não serão cadastrados no SISANT, devendo ser cadastrados diretamente no Sistema do DECEA (SARPAS). Para tanto, faz-se necessário o envio de um documento formal, em forma de ofício, cujo modelo encontra-se à disposição no sítio do DECEA (*decea.gov.br/drone/*).

2.4.1.3 No mesmo documento que informa a(s) aeronave(s), deverão ser informados os dados de todos os integrantes do SARP (pilotos, operadores de vídeo, operadores de fonte etc) que participarão das operações militares, servindo, dessa forma, como o documento que comprova o vínculo com a OM detentora do material.

2.4.2 REGRAS ESPECÍFICAS

2.4.2.1 O voo de uma ARP deverá manter-se afastado da trajetória de outras aeronaves, tripuladas ou não, evitando passar à frente, por baixo ou por cima. Não terá, portanto, prioridade no direito de passagem sobre uma aeronave tripulada.

2.4.2.2 Devido às características únicas, como variados tamanhos e configurações, e por não possuir tripulação a bordo, algumas ARP podem voar em áreas e condições em que aeronaves tripuladas não são capazes de fazê-lo. Essas operações incluem o interior de prédios, próximo às estruturas no solo ou na água e em áreas em condições perigosas.

2.4.3 OPERAÇÕES ARP PRÓXIMAS A OBSTÁCULOS

- Não serão consideradas "espaços aéreos", as porções de espaço em torno da maior estrutura ou obstáculo, quer seja artificial ou natural, limitada verticalmente pela altura da estrutura, distante até 30 m dela e distante, no mínimo, 3 NM (5 Km) de aeródromos cadastrados, sendo a operação nessas condições de total responsabilidade do proprietário ou locatário da estrutura e deverá estar autorizada pelo mesmo.

2.4.4 OPERAÇÃO ARP SOBRE ÁREAS POVOADAS

- A operação de ARP não SMEM (em atividades operacionais) sobre aéreas povoadas ou aglomerações de pessoas, não anuentes, terá a análise da autorização condicionada às certificações de todo o sistema, em especial a de aeronavegabilidade, cabendo ao piloto a obtenção da mesma junto às agências reguladoras.

2.4.5 SOBREVOO DE ÁREAS DE SEGURANÇA POR ARP NÃO SMEM

2.4.5.1 Os voos de ARP devem ser planejados com critério, sendo de fundamental importância o conhecimento da localização das áreas proibidas, perigosas e restritas e seus significados por parte do piloto.

2.4.5.2 Outras áreas sensíveis, mesmo que não estejam classificadas como áreas proibidas, perigosas e restritas, tais como refinarias, plataformas de exploração de petróleo, depósitos de combustível, estabelecimentos penais e áreas militares, não devem ser sobrevoadas sem a prévia autorização das autoridades responsáveis pela área de sobrevoo.

2.4.5.3 O piloto que realizar o sobrevoo das áreas constantes acima, sem a respectiva autorização, estará sujeito às implicações civis e criminais pertinentes, constantes nas legislações em vigor.

2.4.6 OPERAÇÕES EM ÁREAS OU CONDIÇÕES PERIGOSAS

2.4.6.1 Por não transportar pessoas a bordo, uma ARP pode ser operada em áreas ou condições perigosas, como próximo a acidentes químicos ou nucleares, áreas de conflito urbano e em condições meteorológicas severas.

2.4.6.2 Em se tratando de operações em áreas ou condições perigosas, caberá tão somente a solicitação de acesso ao espaço aéreo.

2.4.7 OPERAÇÕES EM PROL DA SALVAGUARDA DA VIDA HUMANA OU DO PATRIMÔNIO, PÚBLICO OU PRIVADO

2.4.7.1 A atuação dos órgãos de segurança em prol da salvaguarda da vida humana ou do patrimônio, público ou privado em diversas ocasiões demanda celeridade nas ações para o sucesso no cumprimento da missão em diversas ocasiões.

2.4.7.2 Caso seja necessário, em prol das missões inopinadas e peremptórias para a salvaguarda da vida humana e/ou do patrimônio empreendida por esses órgãos, algumas das restrições citadas neste documento poderão ser reavaliadas pelo Órgão

Regional de Controle do Espaço Aéreo e, subsequentemente, pelo DECEA, permitindo uma adequação a fim de permitir a sua operação.

2.4.7.3 As possíveis adequações supracitadas deverão estar previstas em uma Carta de Acordo Operacional aprovada e devidamente assinada pelas autoridades competentes envolvidas na missão.

2.4.8 OPERAÇÕES PRÓXIMAS À INFRAESTRUTURA CRÍTICA

2.4.8.1 Infraestruturas críticas são instalações, serviços e bens que se forem interrompidos ou danificados, provocarão sério impacto à segurança, ao social, à economia e à política.

2.4.8.2 Podem ser consideradas infraestruturas críticas: redes elétricas, usinas hidroelétricas, usinas termoelétricas, usinas nucleares, redes de abastecimento de água ou gás, barragens ou represas, redes de comunicação (como, por exemplo, sítios de antenas) ou de vigilância da navegação aérea (como, por exemplo, radares de vigilância aérea), dentre outras.

2.4.8.3 O voo com ARP nas proximidades de infraestruturas críticas é proibido a uma distância inferior a 3 NM (aproximadamente 5 Km). Exceção é feita quando se possua autorização formal para tal operação do proprietário ou da concessionária detentora da infraestrutura.

2.4.9 USO DE ARP NÃO SMEM EM OPERAÇÕES DE INTELIGÊNCIA

2.4.9.1 As Normas Operacionais de Emprego para Aeronaves Remotamente Pilotadas Não Pertencentes aos Sistemas de Material de Emprego Militar (ARP Não SMEM) regula este tipo de atividade.

2.4.9.2 Quando a Operação de Inteligência estiver enquadrada em outra Operação deve-se:

a) estar previsto no Plano de Inteligência do escalão superior;
b) restringir à obtenção dos elementos de inteligência;
c) não realizar o cadastro na ANAC e solicitar o uso do espaço aéreo; e
d) cumprir as restrições de voo previstas no Nr 5. das Normas Operacionais de Emprego para Aeronaves Remotamente Pilotadas Não Pertencentes aos Sistemas de Material de Emprego Militar (ARP Não SMEM).

2.4.9.2 Quando a Operação de Inteligência não estiver enquadrada em outra Operação:

a) estar previsto no Plano de Inteligência originado na Ordem de Busca (OB) do escalão superior.
b) restringir-se à obtenção dos elementos de inteligência previstos na OB.
c) realizar o cadastro na ANAC e não solicitar o uso do espaço aéreo.
d) cumprir as restrições de voo previstas no Nr 5. das Normas Operacionais de Emprego para Aeronaves Remotamente Pilotadas Não Pertencentes aos Sistemas de Material de Emprego Militar (ARP Não SMEM).

2.5 CADASTRO DE AERONAVES E PILOTOS

2.5.1 De acordo com a Lei 11.182/2005, compete à ANAC, entre outras ações, atestar aeronaves, emitindo a documentação pertinente às mesmas, assim como emitir certificados de aeronavegabilidade, licenças e habilitações dos profissionais da aviação.

2.5.2 Conforme previsto no Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial (RBAC-E) N° 94, na Subparte D - REGISTROS E MARCAS, Parágrafo "b", toda ARP com Peso Máximo de Decolagem (PMD) acima de 250g DEVE SER CADASTRADA na ANAC e vinculada a uma pessoa (física ou jurídica, com CPF ou CNPJ no Brasil) que será a responsável legal pela aeronave.

2.5.3 DEVE-SE ATENTAR A ALGUNS PONTOS PARA O CADASTRO:

2.5.3.1 Classificação do ARP

- A classificação do ARP é determinada de acordo com o Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial (RBAC-E) nº 94, que categoriza as aeronaves não tripuladas em diferentes classes com base em seu peso e finalidade.

2.5.3.2 Criação de conta no Sistema de Aeronaves Não Tripuladas (SISANT):

2.5.3.2.1 Para tanto, o operador do ARP deverá acessar o site da ANAC e criar uma conta no Sistema de Aeronaves Não Tripuladas (SISANT).

- Este é o sistema utilizado para registrar ARP no Brasil. O cadastro efetuado no SISANT é aplicado às aeronaves civis e civis públicas, não contemplando as aeronaves militares (orgânicas das Forças Armadas).
- Como o SISANT define a aptidão do piloto declarado, faz-se necessário definir o instrumento que qualifica um piloto a operar uma aeronave não contemplada pelo Sistema da ANAC.

2.5.3.2.2 As aeronaves militares (orgânicas das Forças Armadas) não serão cadastradas no SISANT, devendo ser cadastradas pelo Administrador SARPAS diretamente no Sistema SARPAS do DECEA.

2.5.3.3 Preenchimento do cadastro:

- Após criar sua conta no SISANT, preencha os formulários de cadastro fornecendo todas as informações solicitadas sobre a ARP, incluindo características técnicas, número de série, peso, modelo, entre outras.

2.5.3.4 Certificado de Aeronavegabilidade Experimental (CAE):

- Para ARP de categoria específica ou de alta complexidade, pode ser necessário obter um Certificado de Aeronavegabilidade Experimental (CAE). Este certificado é emitido pela ANAC e garante que a ARP atende aos requisitos de segurança para voos experimentais.

2.5.3.5 Conhecimento das regras de operação:

- Além do registro, é essencial conhecer e seguir todas as regras e os regulamentos de operação de SARP no Brasil, incluindo restrições de altura de voo, distância de áreas povoadas, voos sobre pessoas, entre outros.

CAPÍTULO III

APRESENTAÇÃO DO EQUIPAMENTO

3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

- Conhecer as características e as definições do SARP categoria 0 antes de sua utilização é essencial para as tomadas de decisões, e para garantir a segurança, a eficiência e o sucesso das operações militares que dependem desse sistema.

3.2 EQUIPAMENTO EM USO NO EXÉRCITO BRASILEIRO

3.2.1 O Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada (SARP) é conjunto de meios necessários ao cumprimento de determinadas tarefas com emprego da ARP, englobando, além da plataforma aérea, a carga útil (*payload*), a estação de controle de solo, o terminal de transmissão de dados, o terminal de enlace de dados, a infraestrutura de apoio e os recursos humanos.

3.2.2 A aeronave utilizada é a Mavic 2 *Enterprise Advanced*, que é uma versão aprimorada do popular *drone* Mavic 2 *Enterprise*, desenvolvido pela DJI, líder mundial em tecnologia de *drones*.

- Este modelo é projetado especificamente para atender às necessidades de profissionais em uma variedade de setores, incluindo segurança pública, inspeções industriais, mapeamento e resposta a emergências.

Fig 2-1- Mavic 2 *Enterprise Advanced* (ARP).

3.2.3 COMPONENTES

- O SARP Catg 0 Mavic 2 *Enterprise Advanced* possui os seguintes componentes:

3.2.3.1 Plataforma aérea (ARP):

- O DJI Mavic 2 *Enterprise Advanced* é a plataforma aérea que inclui sistemas visuais

omnidirecionais, câmera termográfica e visual, estabilização triaxial, sistemas de detecção por infravermelho, entre outros recursos.

3.2.3.2 Câmera visual e termográfica M2EA:

- A câmera inclui uma câmera visual que captura vídeos em 4K e fotos em 48 MP, e uma câmera termográfica por infravermelho que grava vídeos de 640×512.

3.2.3.2 Módulo RTK:

- Ele funciona em conjunto com receptores GPS de alta precisão em solo para fornecer correções em tempo real para o GPS da aeronave. Essas correções são usadas para calcular a posição do *drone* com uma precisão muito maior do que seria possível apenas com o GPS padrão.

3.2.3.2 Estação de controle de solo (controle de voo):

- O controle remoto DJI inclui tecnologia de transmissão de longo alcance OCUSYNC 2.0, tela integrada de 5,5 polegadas, múltiplos controladores de aeronaves e estabilizadores, botões personalizáveis, entre outros recursos.

3.2.3.2 Bateria de voo inteligente:

- A bateria de voo inteligente fornece energia à aeronave e possui uma capacidade específica para garantir o tempo máximo de voo.

3.2.3.2 Hélices sobressalentes:

- As hélices são componentes críticos para o funcionamento seguro e eficaz de um *drone*. Elas podem ser danificadas em colisões, aterragens bruscas ou em condições climáticas adversas. Portanto, permite que os operadores substituam rapidamente as hélices danificadas, minimizando o tempo de inatividade do *drone*.

3.2.3.2 Carregador da bateria:

- Os tempos de cargas podem variar dependendo de fatores, como o estado da bateria, a temperatura ambiente e a capacidade do carregador. O carregamento completo das baterias pode variar entre 90 minutos e 2 horas.

3.2.3.2 Cabo de comunicação USB 3.0 tipo C:

- Pode ser utilizado para transferência de dados, atualização de *firmware*, configurações e carregamentos.

3.2.3.2 Tampa de proteção de conexões de cargas úteis (*payload*):

- É um acessório importante que serve para proteger as conexões e as portas de acesso da aeronave.

3.2.3.2 Capa do estabilizador da câmera:

- A ser colocada quando o estabilizador não está em uso para proteção da câmera.

3.2.3.2 Pinos de controle:

- São partes do controle de voo para auxiliar na condução da aeronave.

3.2.3.2 Case de transporte:

- São projetadas para proteger, organizar e facilitar o transporte do equipamento, garantindo sua segurança e prolongando sua vida útil.

Fig 2-2- Componentes do SARP Catg 0 Mavic 2 *Enterprise Advanced.*

Legenda:
(1) Plataforma aérea
(2) Câmera visual e termográfica M2EA
(3) Módulo RTK/Carga útil (*payload*)
(4) Estação de controle de solo (controle remoto)
(5) Bateria de voo inteligente
(6) Hélices sobressalentes
(7) Carregador de bateria

(8) Cabo de comunicação USB 3.0 tipo C
(9) Cabo de energia
(10) Tampa de proteção de conexões de cargas úteis (*payload*)
(11) Capa do estabilizador da câmera
(12) Pinos de controle
(13) *Case* de transporte

3.3 CARACTERÍSTICAS E ESPECIFICAÇÕES

3.3.1 O Mavic 2 *Enterprise Advanced* é uma versão especializada, projetada para atender às necessidades específicas em diversos setores, incluindo segurança pública, inspeções industriais e operações de busca e salvamento. A seguir estão as principais características deste *drone*:

3.3.1.1 Portabilidade

- Os SARP Catg 0 implantados no Exército Brasileiro são conhecidos por sua portabilidade e facilidade de manuseio. Com estruturas leves e compactas, esses sistemas podem ser rapidamente implantados e operados em diferentes cenários, proporcionando flexibilidade e mobilidade às unidades em campo.

Fig 2-3- *Case* de transporte.

3.3.1.2 Autonomia

- Capaz de permanecer no ar por até 31 min em condições ideais. Esse tempo prolongado permite que o *drone* cubra grandes áreas sem a necessidade de aterrissagens frequentes para troca de bateria, aumentando a eficiência operacional.

3.3.1.3 Peso Máximo de Decolagem (PMD)

- A aeronave possui um peso máximo de decolagem de aproximadamente 905 gramas, sem acessórios, e 1.100 gramas, com acessórios, em que inclui também o peso do próprio *drone*, da bateria e de quaisquer outros itens acoplados a ele.

3.3.1.4 Alcance

- A distância de operação pode variar dependendo de vários fatores, incluindo o ambiente de voo, interferências e configurações específicas do sistema.
- No entanto, em condições ideais e sem obstruções significativas, o *drone* pode alcançar uma distância máxima de até 10 quilômetros, sem obstruções, em relação ao operador.

3.3.2 O SARP CATG 0 EM USO NO EXÉRCITO BRASILEIRO POSSUI AS SEGUINTES ESPECIFICAÇÕES:

3.3.2.1 Dimensões (C x L x A):

Dobrada:	214 × 91 × 84 mm
Desdobrada + Holofotes:	322 × 242 × 114 mm
Desdobrada + Farol:	322 × 242 × 101 mm
Desdobrada + Alto-falante:	322 × 242 × 140 mm
Desdobrada + Módulo RTK:	322 × 242 × 125 mm

3.3.2.2 Peso:

Peso de decolagem (sem acessórios):	909 g
Peso de decolagem (com acessórios):	1.100 g

3.3.2.3 Velocidades

3.3.2.3.1 Velocidade máxima de ascensão:

Sem acessórios	6 m/s (modo S)
	5 m/s (modo P)
Com acessórios	4 m/s (modo S)
	4 m/s (modo P)

3.3.2.3.2 Velocidade máxima de descensão:

Descensão vertical	5 m/s (modo S)
	4 m/s (modo P)

Inclinação	7 m/s (modo S)
	4 m/s (modo P)

3.3.2.3.3 Velocidade máxima:

Modo S (sem vento)	72 Km/h
Modo P (sem vento)	50 km/h

3.3.2.3.4 Velocidade angular máxima:

Modo S	200º / segundo
Modo P	100º / segundo

3.3.2.4 Altura máxima de voo:

Acima do nível do mar:	6.000 m

3.3.2.5 Tempo máximo de voo:

Voo a 25 km/h e sem vento:	31 min
Condição acima + Módulo RTK:	28 min
Condição acima + Farol LIGADO:	29 min
Condição acima + Farol DESLIGADO:	30 min
Condição acima + Holofote LIGADO:	24 min
Condição acima + Holofote DESLIGADO:	28 min
Condição acima + Alto-falante LIGADO:	27 min
Condição acima + Alto-falante DESLIGADO:	28 min

3.3.2.6 Resistência máxima ao vento:

Escala 5	10 m/s

3.3.2.7 Ângulo de inclinação máxima:

Modo S	35º
Modo P	25º

3.3.2.8 Temperatura para operação:

Mínima	- 10 ºC
Máxima	40 ºC

3.3.2.9 Sistema global de determinação de posição e tempo:

GNSS	GPS + GLONASS

3.3.2.10 Alcance de precisão em voo estacionário:

Vertical	Com RTK:	± 0,1 m
	Com posicionamento visual:	± 0,1 m
	Com posicionamento por GPS:	± 0,5 m
Horizontal	**Com RTK**	± 0,1 m
	Com posicionamento visual	± 0,3 m
	Com posicionamento por GPS	± 1,5 m

3.3.2.10 Frequência de funcionamento:

Faixa 1	2,400- 2,4835 GHz
Faixa 2	5,725- 5,850 GHz

3.3.2.11 Potência do transmissor (EIRP):

2,400- 2,4835 GHz:	FCC: ≤ 26 dBm
	CE: ≤ 20 dBm
	SRRC: ≤ 20 dBm
	MIC: ≤ 20 dBm
5,725- 5,850 GHz:	FCC: ≤ 26 dBm
	CE: ≤ 14 dBm
	SRRC: ≤ 26 dBm

3.3.2.12 Armazenamento interno:

Armazenamento:	24 GB

3.3.2.13 Câmera Termográfica M2EA:

Sensor:	Micro bolômetro Vox sem ventilação
Lente:	Aproximadamente 9 mm
	Formato equivalente a 35 mm: Aproximadamente 38 mm
Resolução do Sensor:	640 x 512 a 30 Hz
Alcance da cena:	Alto ganho: - 40 ºC a 150º C
	Baixo ganho: - 40 ºC a 550º C
***Zoom* digital:**	16 X
Distância entre *pixels*:	12 μm
Alcance espectral:	8- 14 μm
Formato da foto:	R-JPEG
Formato do vídeo	mp4
Método de medição:	Medição de local e de área
FCC:	Automático / Manual

3.3.2.14 Câmera Visual M2EA:

Sensor:	CMOS de ½”
	Pixels efetivos: 48 M
Distância focal:	Campo de visão: 84º
	Formato equivalente a 35 mm: aproximadamente 24 mm
	Abertura: f/2.8
	Foco 1 m a ∞
Alcance ISO:	Vídeo: 100-12800 (automático)
	Foto: 100-1600 (automático)
Zoom digital:	32 X
Dimensão máxima da imagem:	8.000 x 6.000
Modo de fotografia:	Intervalo de disparo único: 2/3/5/7/10/15/20/30/60 s
	Panorâmica: esfera
Resolução de vídeo:	3840 x 2160 a 30 fps
	1920 x 1080 a 30 fps
Formato da foto:	JPEG
Formato do vídeo	mp4

3.3.2.15 Estabilizador:

Alcance Mecânico	Inclinação: - 135º a 45º
	Giro: - 100º a 100º
Alcance controlável:	Inclinação: - 90º a 30º
	Giro: - 75º a 75º
Estabilização:	Triaxial (inclinação, rotação e giro)
Velocidade máxima controlável:	120º/s
Alcance da vibração angular:	± 0,005º

3.3.2.16 Sistemas de detecção:

Sistema de detecção:	Detecção de obstáculos omnidirecional
Frontal:	Alcance de medida de precisão: 0,5 a 20 m
	Alcance de detecção: 20 a 40 m
	Velocidade de deteção efetiva: ≤ 14 m/s
	Campo de visão horizontal: 40º
	Campo de visão vertical: 70º
Traseiro:	Alcance de medida de precisão: 0,5 a 16 m
	Alcance de detecção: 16 a 32 m
	Velocidade de deteção efetiva: ≤ 12 m/s
	Campo de visão horizontal: 60º
	Campo de visão vertical: 77º
Superior	Alcance de medida de precisão: 0,1 a 8 m
Inferior:	Alcance de medida de precisão: 0,5 a 11 m
	Alcance de detecção: 11 a 22 m
Lateral	Alcance de medida de precisão: 0,5 a 10 m
	Velocidade de deteção efetiva: ≤ 8 m/s
	Campo de visão horizontal: 80º
	Campo de visão vertical: 65º

(continua)

Ambientes de Operação:	Frontal / Traseiro e Laterais: Superfície com padrão nítido e iluminação adequada (lux > 15)
	Superior: Superfícies com reflexão difusa (>20% - paredes, árvores, pessoas etc)
	Inferior: superfícies com padrões claros e iluminação adequada (lux > 15), e superfícies com reflexão difusa (>20% - paredes, árvores, pessoas etc)

3.3.2.17 Controle remoto:

Frequência de Funcionamento	Faixa 1: 2,400- 2,483 GHz
	Faixa 2: 5,725- 5,850 GHz
Distância máxima de transmissão	FCC: 10.000 m
	CE: 6.000 m
	SRCC: 6.000 m
	MIC: 6.000 m
Potência de transmissão	**2,400- 2,483 GHz**
	FCC: 25,5 dBm
	CE: 18,5 dBm
	SRCC: 19 dBm
	MIC: 18,5 dBm
	5,725- 5,850 GHz
	FCC: 25,5 dBm
	CE: 12,5 dBm
	SRCC: 18,5 dBm
Armazenamento	ROM 16 GB
	Armazenamento expansível em microSD™
Entrada e saída de vídeo	HDMI
Bateria integrada	Tipo: 18650 Li-ion (5.000 mAh a 7,2 V)
	Carregamento: Carregador USB a 12 V/2ª e Potência nominal de 15 W
	Tempo de carregamento: 2 h

(continua)

Voltagem/corrente de funcionamento	1800 mA = 3,83 V
Fonte de alimentação	2 horas e 30 minutos
Temperatura de Funcionamento	- 20 ºC a 40 ºC
Dimensões	Dobrado sem pinos: 177,5 x 121,3 x 40 mm
	Dobrado com pinos: 177,5 x 181 x 60 mm
Peso	Aproximadamente 630 g
Bateria de voo inteligente	Link principal: 17,6 V = 3,41 A ou 17 V = 3,53 A
	USB: 5 V = 2 A

3.3.2.18 Módulo RTK:

Dimensões:	69 x 69 x 59 mm
Conexões:	Entrada micro USB
Precisão de posicionamento (com RTK fixo):	Horizontal: 1cm + 1 ppm
	Vertical 1,5 cm + 1 ppm

3.3.2.19 Holofote M2E:

Dimensões:	68 x 60 x 41 mm
Conexões:	USB Micro-B
Alcance de operação	30 m
Potência máxima	26 W
Iluminância	Campo de visão: 17º
	Máximo: 11 lux a 30 m

3.3.2.20 Farol M2E:

Dimensões:	68 x 40 x 27,8 mm
Conexões:	USB Micro-B
Alcance controlável	5.000 m
Potência média	1,6 W
Intensidade da luz	Ângulo mínimo: 55º
	Intensidade: 157 cd

3.3.2.21 Alto-falante M2E:

Dimensões:	68 x 55 x 65 mm
Conexões:	USB Micro-B
Potência máxima	10 W
Decibéis	100 db a 1m de distância
Taxa máxima de bits	16 kbps

3.3.2.22 Cartão SD:

<table>
<tr><td rowspan="3">Cartões suportados</td><td>MicroSD™</td></tr>
<tr><td>Capacidade de até 128 GB</td></tr>
<tr><td>Velocidade UHS-I Classe 3</td></tr>
</table>

3.3.2.23 Bateria de voo inteligente:

Capacidade:	3850 mAh
Voltagem:	15,4 V
Voltagem máxima de carregamento:	17,6 V
Tipo de bateria:	LiPo
Energia:	59,29 Wh
Peso:	297 g
Temperatura de carregamento:	5 a 40 ºC
Temperatura de funcionamento:	-10 a 40 ºC
Métodos de aquecimento:	Manual ou automático
Temperatura de aquecimento:	-20 a 6 ºC
Duração aquecimento:	500 s (máximo)
Potência de aquecimento:	55 W (máximo)
Tempo de carregamento:	1 hora e 30 min
Potência máxima de carregamento	80 W

3.3.2.24 Para informações detalhadas sobre configuração e operação do equipamento, o operador deverá consultar o manual do equipamento emitido pelo fabricante.

3.3.3 COMPONENTES

3.3.3.1 Visão frontal
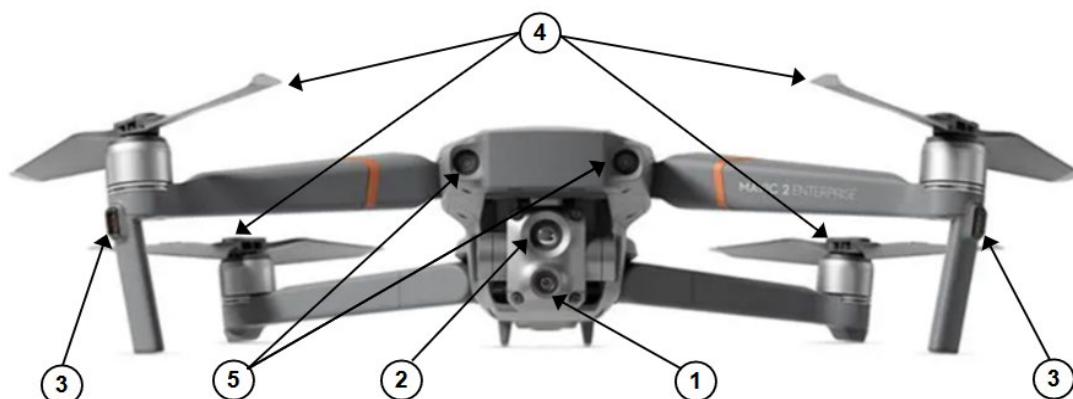
Fig 2-4 Visão frontal.

Legenda:
(1) Câmera visual
(2) Câmera termográfica
(3) LEDs frontais
(4) Hélices
(5) Sistema visual frontal

3.3.3.2 Visão de cima
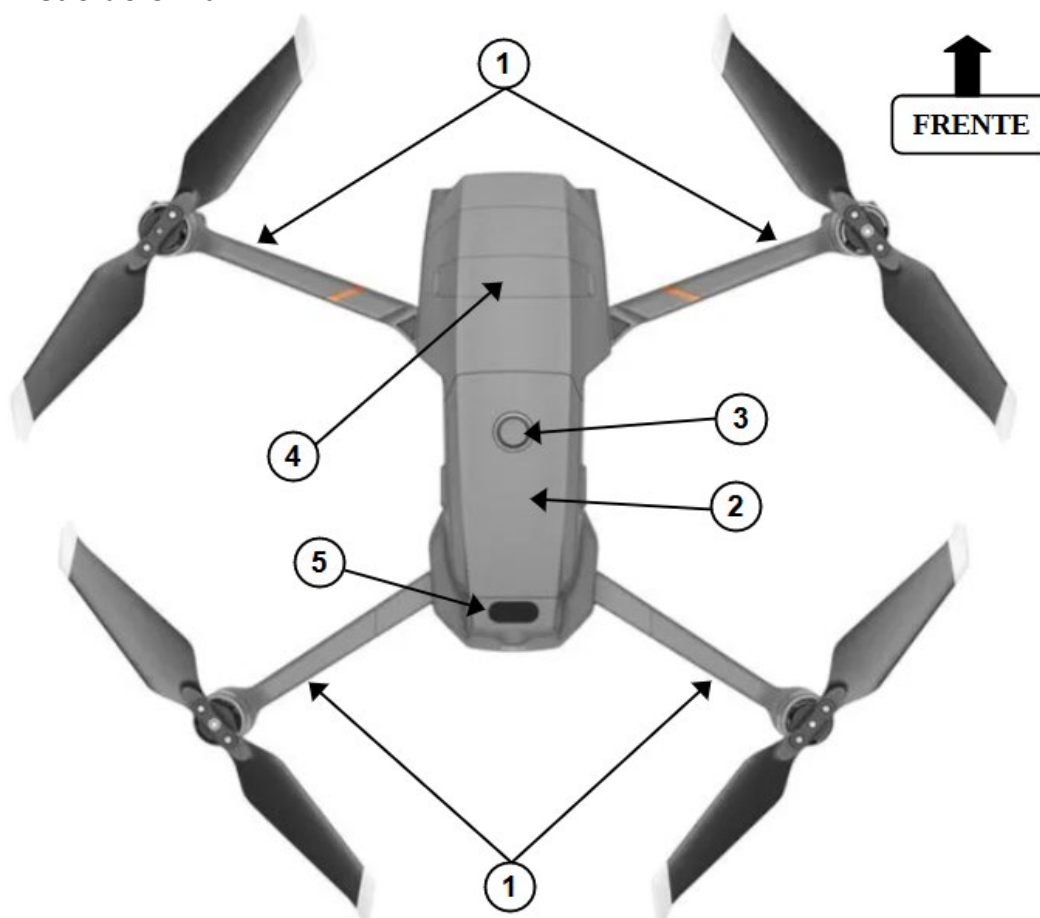
Fig 2-5- Visão de cima.

Legenda:
(1) Braço articulável
(2) Bateria de voo inteligente
(3) Botão Liga/Desliga
(4) Tampa de proteção de conexões de cargas úteis (*payload*)
(5) Sistema de detecção por infravermelho superior

3.3.3.3 Visão lateral

Fig 2-6- Visão lateral.

Legenda:
(1) Sistema visual frontal
(2) Sistema de detecção por infravermelho superior
(3) Sistema de visão lateral
(4) Fivelas da bateria
(5) Motor

3.3.3.4 Visão de baixo

Fig 2-7- Visão de baixo

Legenda:
(1) Sistema visual inferior
(2) Luz inferior auxiliar
(3) Sistema de sensor infravermelho inferior
(4) Compartimento de cartão microSD

3.3.3.5 Controle De Voo
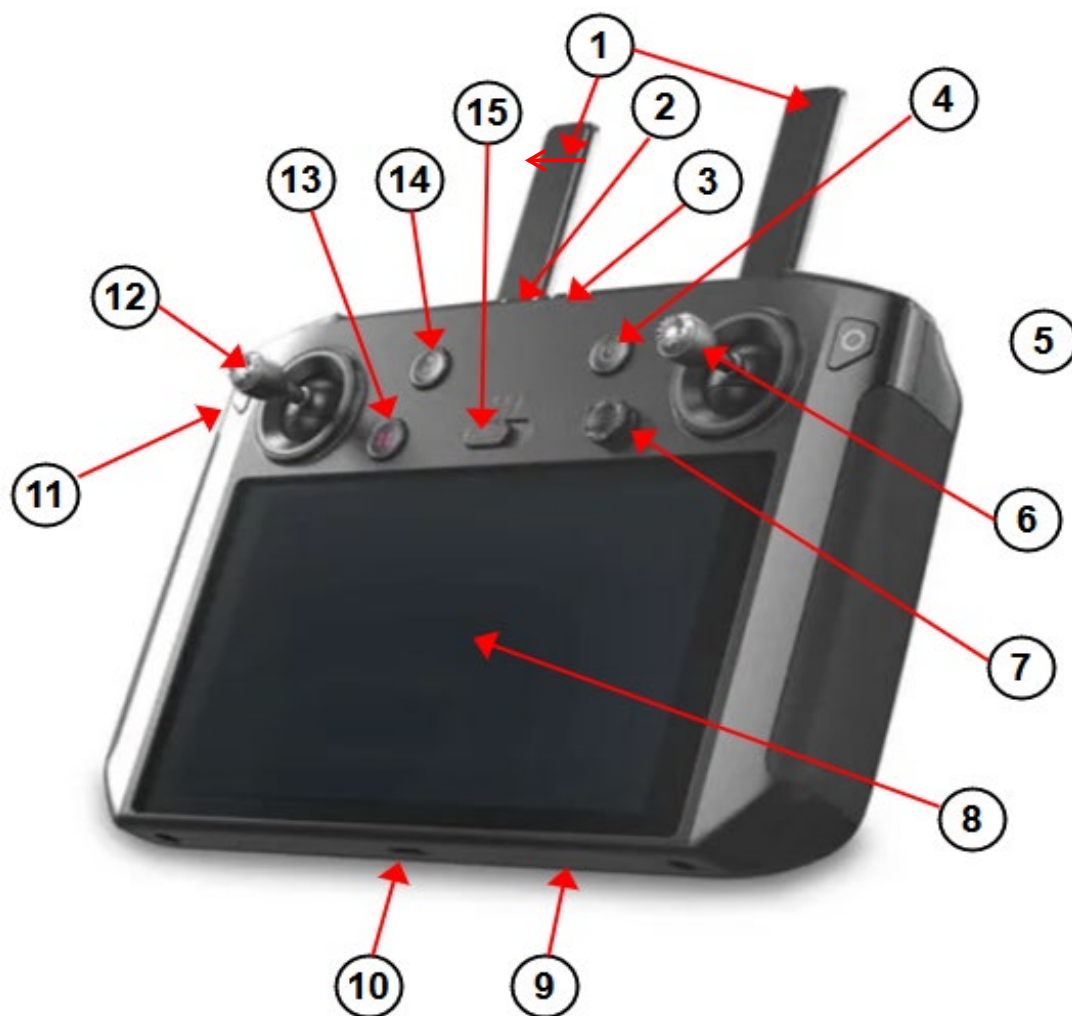
Fig 2-8- Controle de voo (visão frontal)

Legenda:
(1) Antenas
(2) LEDs de *status*
(3) LEDs de nível de bateria
(4) Botão Liga/Desliga
(5) Botão de confirmação/botão personalizável C3
(6) Pino de controle
(7) Botão 5D
(8) Tela sensível ao toque
(9) Microfone
(10) Entrada USB-C
(11) Botão voltar/botão função
(12) Pino de controle
(13) Botão de pausa de voo
(14) *Return to home* (RTH)
(15) Interruptor de modo de voo
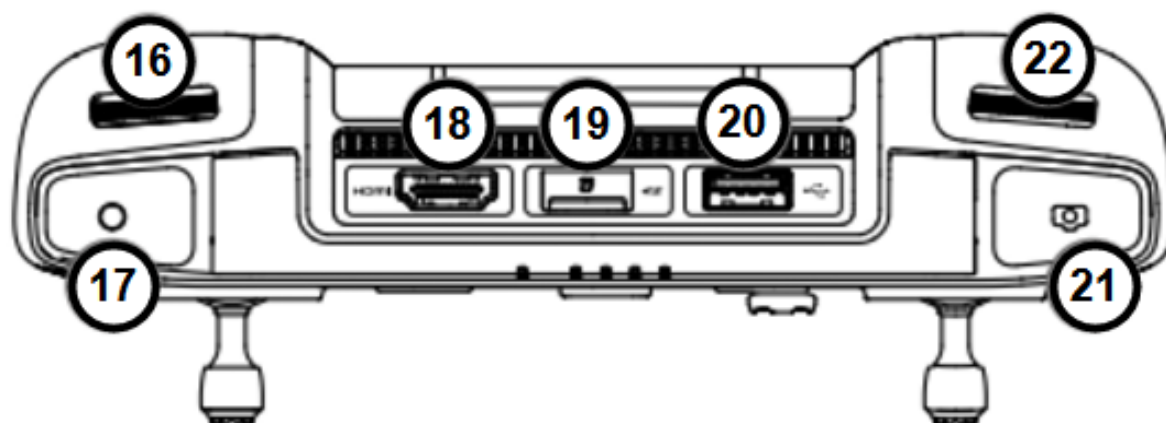
Fig 2-9- Controle de voo (visão da parte superior)

Legenda:
(16) Botão do estabilizador
(17) Botão de gravação
(18) Entrada HDMI
(19) Compartimento de cartão microSD
(20) Entrada USB-A
(21) Botão foco/obturador
(22) Botão de configuração da câmera/botão do estabilizador
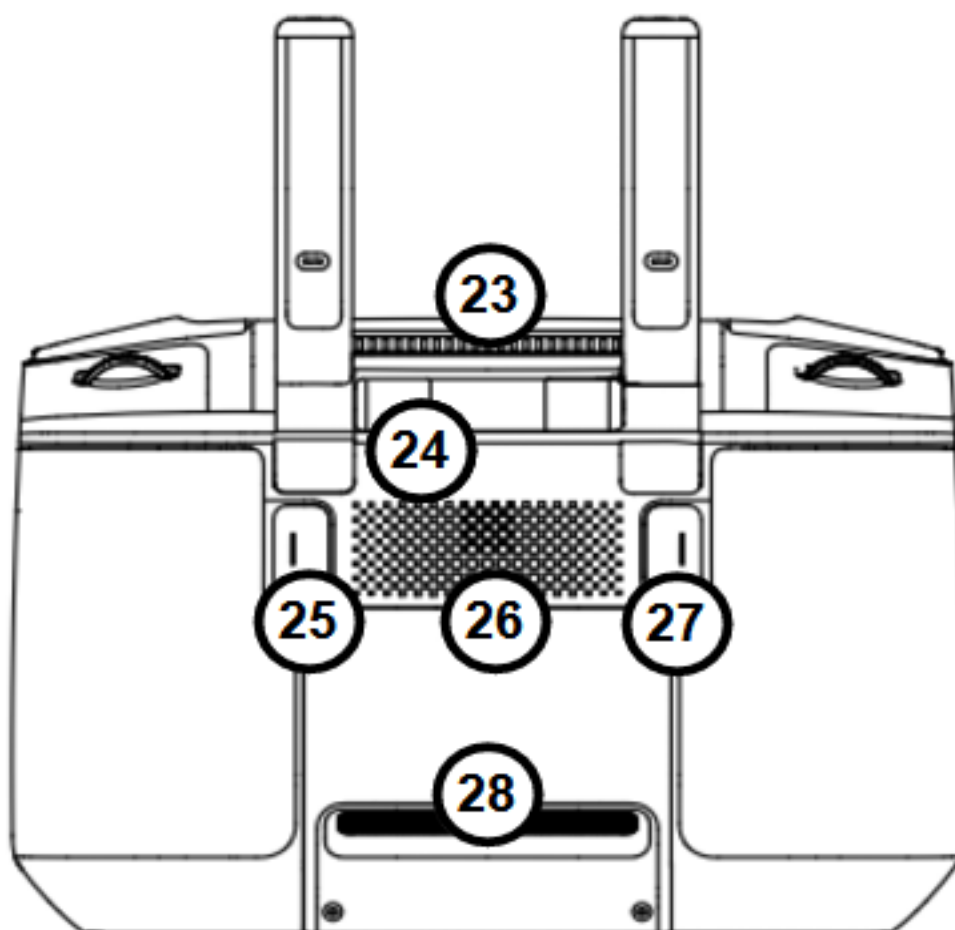
Fig 2-10- Controle Remoto (parte de trás).

Legenda:
(23) Saída de ar
(24) Compartimento de armazenamento do pino
(25) Botão personalizável C2
(26) Alto-falante
(27) Botão personalizável C1
(28) Entrada de ar

3.4 ACESSÓRIOS E CARGAS ÚTEIS

3.4.1 CARGA ÚTIL (PAYLOAD)

3.4.1.1 A carga útil de um *drone* se refere à carga útil que ele é capaz de transportar, além de sua própria estrutura e componentes.

3.4.1.2 O tipo, o peso e a quantidade de *payload* vão variar de acordo com as possibilidades de cada categoria de SARP. Pode-se citar alguns tipos de *payload*:

3.4.1.2.1 Câmeras de alta resolução: usadas para fotografia aérea, mapeamento e vigilância.

3.4.4.2.2 Sensores multiespectrais: processam dados de várias fontes de imagem de um mesmo local como identificar e mapear possíveis alvos militares. No caso de reconhecimento do terreno, pode ser vegetação, trechos de água, terreno com lama e áreas urbanas.

3.4.1.2.3 Cargas de transporte: Drones de entrega podem transportar pacotes, suprimentos médicos e outros itens.

3.4.1.2.4 Sensores de monitoramento ambiental: usados para coletar dados sobre qualidade do ar, poluição e mudanças climáticas.

3.4.1.2.4.5 Equipamentos de resgate: drones podem transportar equipamentos de salvamento, como boias, para operações de resgate aquático.

3.4.2 CARGAS ÚTEIS (*PAYLOAD*) EXISTENTES NO SARP CATG 0 EM USO NO EXÉRCITO BRASILEIRO

3.4.2.1 Sistema de câmeras

3.4.2.1.1 A ARP possui um sistema de câmeras avançado que oferece diversas funcionalidades para atender às necessidades de uma ampla gama de aplicações profissionais.

- As principais características do sistema de câmeras deste *drone* são:

3.4.2.1.2 Câmera Visual de Alta Resolução:

- O *drone* está equipado com uma câmera visual de alta resolução capaz de capturar vídeos em 4K e fotos de 20 megapixels.

3.4.2.1.3 Câmera Termográfica Integrada:

- Uma das características mais distintivas do Mavic 2 *Enterprise Advanced* é a presença de uma câmera térmica integrada.
- Esta câmera térmica permite a detecção de calor e a visualização de objetos e pessoas mesmo em condições de baixa visibilidade.
- Também é possível substituir a câmera termográfica de um *drone* por um sensor multiespectral.
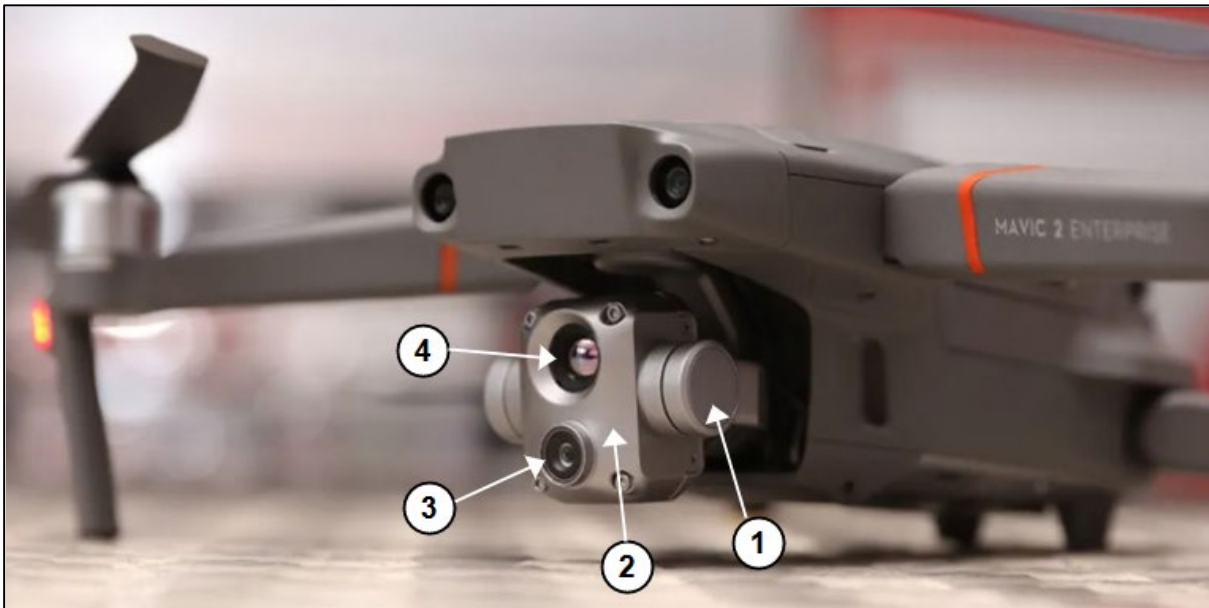
Fig 2-11- Sistema de câmeras.

Legenda:
(1) Estabilizador
(2) Câmera M2EA
(3) Câmera visual
(4) Câmera termográfica

3.4.2.1.4 Zoom Óptico:

- O sistema de câmeras do Mavic 2 *Enterprise Advanced* possui um *zoom* óptico de até 32x, que permite aos operadores ampliarem objetos distantes com detalhes precisos.

3.4.2.1.5 Gravação Dupla:

- O *drone* é capaz de gravar simultaneamente com suas câmeras visual e térmica, o que permite aos operadores obter uma visão abrangente e detalhada do ambiente de voo.

3.4.2.2 Sensores Omnidirecionais

3.4.2.2.1 Equipado com um avançado sistema de sensores omnidirecionais, projetado para fornecer maior segurança e estabilidade durante o voo, além de facilitar o pouso em diferentes tipos de terreno.

- As principais características desses sistemas de sensores são indicadas a seguir:

3.4.2.2.2 Sensores de Colisão:

- O *drone* possui sensores de colisão omnidirecionais, localizados na frente, traseira, superior, inferior e nas laterais da aeronave.
- Esses sensores são projetados para detectar obstáculos em todas as direções e em diferentes altitudes, permitindo que o *drone* evite colisões durante o voo.

3.4.2.2.3 Sistema de Detecção e Aterrissagem Precisa:

- Além dos sensores de colisão, também possui um sistema de detecção e aterrissagem precisa, que utiliza sensores para detectar a superfície de pouso e realizar pousos suaves e precisos, mesmo em terrenos irregulares.

3.4.2.2.4 Assistência ao Voo:

- Os sensores omnidirecionais também oferecem assistência ao piloto durante o voo, fornecendo informações em tempo real sobre o ambiente ao redor da aeronave.

Fig 2-12- Sensores omnidirecionais.

3.4.2.3 Sistemas inteligentes

3.4.2.3.1 *Air Sense*:

- Através de um receptor de bordo ou conexão à internet, é um sistema capaz de informar a posição, a orientação e a velocidade de aeronaves tripuladas que tenham um transceptor ADS-B nas proximidades, calcular o nível de risco de colisão em tempo real e enviar o aviso ao usuário.

3.4.2.3.2 *Waypoint*:

- Um sistema capaz de definir rotas de voo com pontos pré-estabelecidos e voar por eles com um toque.

3.4.2.4 *Strobe Light*:

- O dispositivo emite luzes intermitentes de alta intensidade em várias direções, tornando o *drone* mais visível para outros pilotos, pedestres e veículos ao redor.
- Isso é particularmente importante durante operações em áreas movimentadas ou onde a visibilidade é reduzida.

3.4.2.5 Módulo RTK:

- Proporciona precisão de posicionamento em nível de centímetros. Suporta *Networked Transport of* RTCM via *Internet Protocol (*NTRIP), que é um protocolo de comunicação para fornecer correções de posicionamento em tempo real para receptores *Global Navigation Satellite System* (GNSS) do *drone* por meio da internet.
- Essas correções permitem que o *drone* calcule sua posição com muito mais precisão.
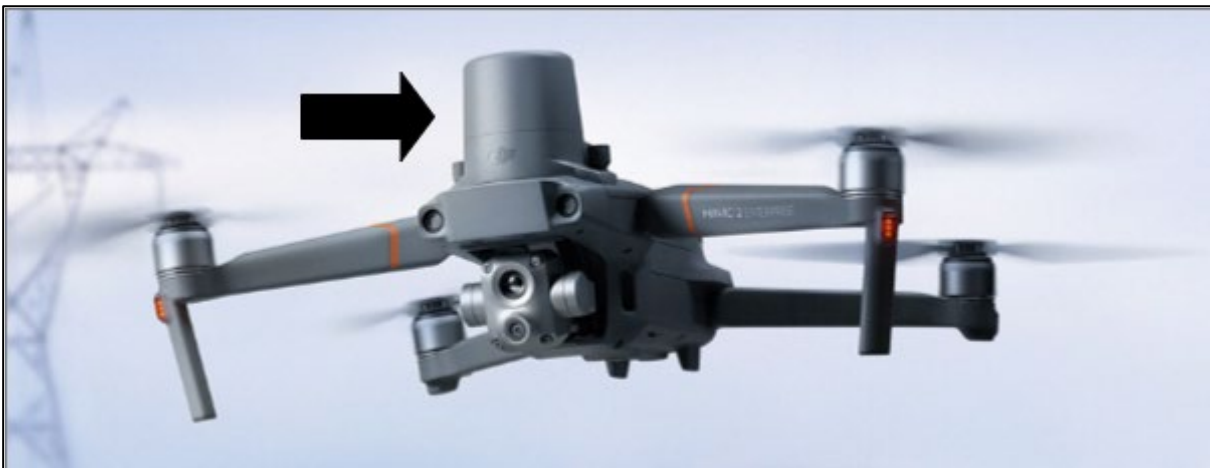
Fig 2-13- Módulo RTK.

3.4.2.6 Faróis

- Destaca a aeronave ao voar à noite, respeitando as regulamentações de voos noturnos.

3.4.2.7 Alto-falante

- É um acessório versátil. O alto-falante permite que o *drone* transmita mensagens de áudio em alta qualidade a partir do ar.

3.4.2.8 Holofote

- O holofote é um acessório que fornece iluminação adicional para operações noturnas ou em condições de baixa luminosidade.
- Este acessório é uma ferramenta valiosa para aumentar a visibilidade do *drone* e do ambiente ao seu redor durante o voo.

Fig 2-14- Acessórios Mavic 2 *Enterprise Advanced*.

3.5 POSSIBILIDADES DO SARP CATG 0

3.5.1 INTELIGÊNCIA, VIGILÂNCIA E RECONHECIMENTO

- O Mavic é um *drone* altamente capaz no que diz respeito à inteligência, à vigilância e ao reconhecimento (ISR). Com sua câmera térmica de alta resolução e câmera de 48 MP, ele pode captar imagens detalhadas e vídeos de alta definição, essenciais para missões de reconhecimento em tempo real. Suas capacidades permitem a coleta de dados críticos sobre a movimentação de forças inimigas, infraestrutura e terreno.

3.5.2 COMANDO E CONTROLE

- Esse sistema auxilia no gerenciamento e na coordenação das forças no campo de batalha. Eles permitem a comunicação em tempo real, a distribuição de informações críticas e a supervisão de operações, melhorando a eficiência e a eficácia das ações militares.

3.5.3 IDENTIFICAÇÃO, LOCALIZAÇÃO E DESIGNAÇÃO DE ALVOS

- O ARP, com suas câmeras avançadas, permite a identificação e a localização precisa de alvos. A combinação de sensores visuais e térmicos pode ser utilizada para identificar e rastrear alvos de dia ou de noite, podendo marcar visualmente alvos para outras forças.

3.5.4 OBERVAÇÃO E CONDUÇÃO DO TIRO DIRETO E INDIRETO

- A aeronave pode ser utilizada para observar e ajustar os fogos indiretos. Permitindo a observação precisa dos impactos dos tiros e a comunicação em tempo real dos ajustes necessários, melhorando a precisão e a eficácia do apoio de fogo.

3.5.5 SEGURANÇA DE MOVIMENTOS TERRESTRES, PARTICULARMENTE DE COMBOIOS

- O equipamento pode ser utilizado para garantir a segurança de movimentos terrestres, monitorando rotas e áreas ao redor de comboios. Sua capacidade de voar em altitudes seguras e captar imagens, permite a detecção antecipada de ameaças, como emboscadas ou dispositivos explosivos improvisados.

3.5.6 PROTEÇÃO DE ESTRUTURAS ESTRATÉGICAS E PONTOS SENSÍVEIS

- Com sua capacidade de realizar vigilância contínua, o *Mavic 2 Enterprise Advanced* é ideal para a proteção de infraestruturas críticas e pontos sensíveis. Ele pode patrulhar perímetros, detectar intrusões e fornecer uma visão detalhada de áreas estratégicas, ajudando a prevenir sabotagens e ataques.

3.5.7 AVALIAÇÃO DOS DANOS, NOTADAMENTE APÓS OS TIROS DE ARTILHARIA E OCORRÊNCIA DE CATÁSTROFES OU ACIDENTES

- A ARP Catg 0 é eficaz na avaliação de danos após bombardeios ou desastres naturais. Suas câmeras podem capturar imagens detalhadas de áreas afetadas, facilitando a análise dos danos e auxiliando na coordenação de respostas emergenciais e operações de recuperação.

3.5.8 RECUPERAÇÃO DE PESSOAL NAS OPERAÇÕES DE BUSCA E RESGATE

- Nas operações de busca e resgate, destaca-se com suas capacidades térmicas e visuais. Ele pode localizar pessoas perdidas ou feridas em terrenos difíceis, fornecendo coordenadas exatas e imagens em tempo real para as equipes de resgate, aumentando a eficiência e a rapidez das operações de busca e resgate.

3.5.9 OBSERVAÇÃO AÉREA

- A aeronave oferece capacidades excepcionais de observação aérea. Com suas câmeras de alta resolução, ele pode realizar inspeções detalhadas de grandes áreas, capturando imagens e vídeos que são essenciais para o reconhecimento, o mapeamento e o monitoramento de situações em constante mudança.

3.5.10 MONITORAMENTO AMBIENTAL

- O *drone* é uma ferramenta valiosa para o monitoramento ambiental. Ele pode ser usado para observar e documentar mudanças ambientais, como desmatamento, poluição e alterações nos corpos d'água. Suas capacidades de imagem térmica e visual proporcionam dados precisos para estudos ambientais e iniciativas de conservação.

3.5.11 FORNECE A COORDENADA EXATA DA POSIÇÃO INIMIGA

- Com o GPS integrado e a capacidade de sobrepor dados visuais e térmicos, o *Mavic 2 Enterprise Advanced* pode fornecer coordenadas precisas da posição inimiga. Esta informação é crucial para o planejamento e execução de operações militares, permitindo ataques precisos e a minimização de danos colaterais.

3.6 LIMITAÇÕES DO SARP CATG 0

3.6.1 VULNERABILIDADE AO FOGO INIMIGO

- O *Mavic 2 Enterprise Advanced*, sendo um *drone* de pequena categoria, é altamente vulnerável ao fogo inimigo.
- Seu tamanho compacto e a baixa capacidade de blindagem significam que ele pode ser facilmente derrubado por armas de pequeno calibre ou sistemas de defesa aérea. Isso limita sua utilização em áreas onde a presença de forças inimigas é alta e a ameaça de engajamento direto é significativa.

3.6.2 SUSCETÍVEL ÀS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS ADVERSAS:

- O desempenho da aeronave é severamente afetado por condições climáticas adversas. Ventos fortes, chuva, neve e neblina podem dificultar a estabilidade de voo e a qualidade das imagens capturadas. Além disso, condições climáticas extremas podem interromper as operações de voo ou até mesmo causar danos ao equipamento.

3.6.3 CAMPO DE VISÃO DO SENSOR LIMITADO

- Apesar de suas câmeras de alta resolução, o campo de visão dos sensores do *Mavic 2 Enterprise Advanced* é limitado. Isso pode exigir múltiplos voos para cobrir áreas extensas ou para obter uma visão completa de um alvo específico. Essa limitação pode impactar negativamente a eficiência das missões de reconhecimento e vigilância.

3.6.4 DIFICULDADE DE DETECÇÃO DE FORÇAS INIMIGAS LIMITADA EM ÁREAS QUE OFEREÇAM BOAS COBERTURAS E ABRIGOS

- A ARP pode ter dificuldade em detectar forças inimigas que estejam usando coberturas naturais ou construídas, como florestas densas, edifícios e terrenos acidentados. A capacidade de seus sensores térmicos e visuais pode ser reduzida em tais ambientes, dificultando a identificação precisa e o rastreamento de alvos.

3.6.5 CALOR OU FRIO EXTREMO REDUZ A VIDA ÚTIL DA BATERIA E DIMINUI O DESEMPENHO DO MATERIAL

- As baterias do *Mavic 2 Enterprise Advanced* são sensíveis a temperaturas extremas. Tanto o calor quanto o frio intenso podem reduzir significativamente a vida útil da bateria, limitando o tempo de voo e a eficácia da missão. Além disso, componentes eletrônicos e mecânicos do *drone* podem não funcionar corretamente sob essas condições extremas, afetando o desempenho geral.

3.6.6 RAIO DE AÇÃO LIMITADO

- O raio de ação operacional é limitado, especialmente em ambientes urbanos ou com muitos obstáculos.
- A comunicação e o controle do *drone* podem ser interrompidos se ele estiver voando além de 800 metros do operador, ou se houver obstáculos significativos bloqueando o sinal, comprometendo a eficácia em missões que requerem maior alcance.

3.6.7 AUTONOMIA DE VOO LIMITADA

- A autonomia de voo é de aproximadamente 21 minutos, o que limita a duração das missões. Isso requer planejamento cuidadoso das operações e pode necessitar de múltiplos voos ou a utilização de baterias adicionais para missões mais longas. A curta duração de voo pode ser um fator limitante em missões de reconhecimento prolongadas, vigilância ou em áreas de difícil acesso.

3.7 EQUIPAMENTOS UTILIZADO POR OUTROS EXÉRCITOS

3.7.1 Os *drones* têm se tornado cada vez mais importantes nas operações militares devido à sua versatilidade e capacidade de realizar missões de reconhecimento, vigilância, ataque e apoio logístico. Diversos exércitos ao redor do mundo utilizam diferentes tipos de *drones* para atender às suas necessidades específicas.

3.7.2 *BLACK HORNET NANO* (PD-100)

- Desenvolvido pela empresa norueguesa *Prox Dynamics*, agora parte da *FLIR Systems*, o *Black Hornet Nano* é um dos menores *drones* militares do mundo, pesando apenas 33 gramas e medindo 168 mm de comprimento. Utilizado por várias forças armadas, incluindo o Exército Britânico e as Forças Armadas dos EUA, para missões de reconhecimento e vigilância, o *Black Hornet* está equipado com câmeras de alta resolução, incluindo uma câmera eletro-óptica e uma câmera térmica, que podem transmitir vídeo ao vivo para os operadores. Com um tempo de voo de até 25 minutos e uma velocidade máxima de aproximadamente 21 km/h, sua pequena dimensão e baixo ruído permitem operações furtivas em áreas urbanas e em combate próximo. Além disso, o *Black Hornet* pode operar em ventos de até 18 km/h e possui um alcance de comunicação de até 2 km, tornando-o uma ferramenta essencial para missões táticas e de coleta de informações em ambientes desafiadores.

Fig 3-15- Black Hornet Nano

3.7.3 *INSTANTEYE MK-2*

- Produzido pela *Physical Sciences Inc*., o *InstantEye Mk-2* é um *drone* tático de reconhecimento utilizado pelas Forças Armadas dos EUA. Pesando aproximadamente 450 gramas, ele é leve e fácil de transportar, sendo lançado manualmente.
- Com um tempo de voo de até 30 minutos e uma velocidade máxima de aproximadamente 55 km/h, o *Instant Eye Mk-2* é equipado com câmeras dia/noite, permitindo operações de vigilância em diversas condições de iluminação.
- Sua robustez permite operação em ventos de até 46 km/h e sua simplicidade de operação, incluindo modos de voo autônomos e alcance de controle de até 10 km, tornam-no ideal para missões de reconhecimento rápido em terrenos difíceis.

Fig 3-16- *Instant Eye MK-2*

3.7.4 RQ-11 RAVEN

- Embora o RQ-11 Raven seja ligeiramente maior que muitos *drones* de Categoria 0, ele ainda se enquadra nesta categoria devido ao seu peso de aproximadamente 1.9 kg e facilidade de uso. Desenvolvido pela AeroVironment, o Raven é amplamente utilizado pelas forças armadas dos EUA e de outros países para missões de reconhecimento e vigilância em curto alcance.
- Lançado manualmente, ele pode voar por até 90 minutos e alcançar uma velocidade máxima de aproximadamente 95 km/h. Equipado com câmeras eletro-ópticas e infravermelhas, o Raven transmite vídeo em tempo real para os operadores, proporcionando uma visão clara e estável graças à sua estabilização eletrônica.
- Com um alcance de comunicação de até 10 km e resistência a ventos de até 37 km/h, ele é ideal para operações em ambientes desafiadores, oferecendo modos de voo autônomos e manuais para flexibilidade na missão.

Fig 3-17- *RQ-11 Raven*.

3.7.5 PARROT ANAFI

- Desenvolvido pela empresa americana Parrot, o ANAFI é um *drone* compacto e robusto utilizado por várias forças armadas (EUA e França, por exemplo) e agências de segurança. Pesando apenas 500 gramas, ele é equipado com uma câmera térmica FLIR Boson e um zoom híbrido de até 32x, permitindo operações de reconhecimento detalhado. Com um tempo de voo de até 32 minutos e uma velocidade máxima de 55 km/h, o ANAFI oferece excelente desempenho em missões prolongadas.
- A portabilidade, a resistência a ventos de até 15 m/s e a capacidade de operar em condições adversas fazem dele uma ferramenta valiosa para missões táticas e de vigilância.
- Além disso, o *drone* possui um gimbal de 3 eixos para estabilização, garantindo imagens claras e estáveis mesmo em ambientes desafiadores.

Fig 3-18- ANAFI.

3.7.6 INDAGO 4

- Desenvolvido pela Lockheed Martin, é um *drone* quadricóptero compacto e versátil, amplamente utilizado por forças militares para missões de inteligência, vigilância e reconhecimento (ISR). Pesando cerca de 2,27 kg, ele é altamente portátil e pode ser rapidamente implantado no campo de batalha. Com um tempo de voo de até 50 minutos e um alcance de controle de 10 km, o Indago 4 opera eficazmente em diversas condições climáticas.
- Equipado com câmeras eletro-ópticas e infravermelhas, ele transmite vídeo de alta definição em tempo real, permitindo operações diurnas e noturnas. Seu *design* modular facilita a troca de cargas úteis e sensores, e a operação silenciosa o torna ideal para missões furtivas.
- Utilizado por países como os Estados Unidos e Austrália, o Indago 4 é valorizado por sua portabilidade, robustez e capacidades avançadas em operações táticas e humanitárias.

Fig 3-19- Indago 4.

3.7.7 RQ-28ª

- Desenvolvido pela AeroVironment, é um *drone* tático leve amplamente utilizado por exércitos como os dos Estados Unidos, Reino Unido, Israel e França para missões de reconhecimento e vigilância. Pesando cerca de 2 kg, é altamente portátil e pode ser operado por um único militar. Ele possui uma autonomia de voo de 45 a 60 minutos e é capaz de operar em diversas condições climáticas, incluindo ventos fortes e chuva leve.
- Equipado com câmeras de alta resolução e sensores infravermelhos, o RQ-28A transmite vídeo em tempo real, permitindo vigilância diurna e noturna.
- Sua robustez e facilidade de operação, incluindo lançamento manual e interface

intuitiva, fazem dele uma ferramenta essencial para fornecer inteligência em tempo real, observar posições inimigas e monitorar áreas de risco.

Fig 3-20- RQ-28A.

CAPÍTULO IV

TREINAMENTO E CAPACITAÇÃO

4.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

- O treinamento e capacitação são etapas essenciais para garantir a operação segura e eficiente dos Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP). Esses treinamentos visam assegurar que os operadores estejam adequadamente preparados para manusear e operar essas aeronaves de forma segura e competente, atendendo aos requisitos normativos e operacionais estabelecidos.

4.2 EXECUÇÃO DO TREINAMENTO E CAPACITAÇÃO

4.2.1 A execução do treinamento deve seguir um plano detalhado que aborde tanto os aspectos teóricos quanto práticos. Este plano deve incluir instruções sobre a regulamentação aplicável, técnicas de pilotagem, procedimentos de segurança e manutenção preventiva e corretiva.

4.2.2 O treinamento do operador do SARP deve ser realizado de forma cuidadosa e estruturada, garantindo que o militar adquira os conhecimentos e as habilidades necessários para operar o equipamento com eficácia. A seguir, serão detalhadas as matérias pertinentes ao treinamento.

4.2.2.1 Características Do Material

- Este assunto é crucial, fornecendo conhecimento prático e teórico sobre os equipamentos que operarão. Durante as aulas práticas, os militares aprendem a desmontar e montar os sistemas, identificando componentes chaves e entendendo o funcionamento detalhado, incluindo o funcionamento dos múltiplos rotores (hélices) e motores. Nas aulas teóricas, são introduzidos os conceitos fundamentais de SARP e categorias de *drones* existentes.

4.2.2.2 Segurança de Voo

- Essencial para mitigar riscos durante as missões, esta matéria capacita os militares a operarem a ARP de forma segura e responsável. Através de treinamentos práticos, aprendem procedimentos de segurança antes, durante e após o voo, inspeção de equipamentos e gestão de emergências. As aulas teóricas abordam normas de aviação, prevenção de colisões e gerenciamento de riscos meteorológicos, garantindo preparo completo para cenários operacionais diversos.

4.2.2.3 Legislação

- Focada na conformidade legal, este assunto instrui os operadores sobre normas que regem o espaço aéreo para *drones*. As instruções deverão detalhar o Sistema de Tráfego Aéreo, legislação aplicável e documentos necessários para operações seguras e legais.

O objetivo é assegurar que os militares operem dentro dos limites legais, evitando infrações e garantindo a segurança das operações com SARP Catg 0.

4.2.2.4 Meteorologia

- Para garantir sucesso nas operações e mitigar riscos de acidentes, os operadores são treinados para interpretar condições meteorológicas. As aulas teóricas e práticas abrangem interpretação de cartas meteorológicas, previsão do tempo e medidas de segurança em condições adversas. A finalidade é capacitar os militares a usarem informações meteorológicas para se anteciparem e tomarem decisões durante as missões, assegurando eficácia operacional.

4.2.2.5 Treinamento Simulado

- Essencial para adquirir habilidades práticas, esta matéria utiliza simulações de voo em ambiente controlado. Através de simuladores e *drones*, os militares praticam decolagens, navegação, manobras e operação de cargas úteis. O treinamento simula situações reais, preparando os operadores para responder eficazmente as adversidades durante as operações.

4.2.2.6 Procedimentos relacionados ao voo da ARP

- Com a finalidade de fornecer conhecimento técnico completo para operar a ARP de forma adaptável às necessidades táticas da missão, a seção capacita os militares nos procedimentos operacionais essenciais para o manejo seguro e eficiente da ARP. Aulas práticas incluem operação de decolagem, pouso, manobras evasivas e furtivas, enquanto as teóricas introduzem conceitos de aerodinâmica e comandos de voo.

4.2.2.7 Cargas Úteis

- Focando no manejo eficiente e seguro das cargas embarcadas na ARP, como equipamentos de sensoriamento e comunicação. Aulas práticas envolvem instalação, testes e calibrações das cargas úteis, seguindo rigorosos procedimentos de segurança. As teóricas abordam funcionamento das cargas, capacidades, limitações e normas de segurança aplicáveis, preparando os operadores para utilizar esses recursos conforme exigido pela missão.

4.2.2.8 Conceitos e Técnicas de Observação Aérea

- Os militares devem realizar as observações de forma precisa e estratégica. As instruções deverão introduzir conceitos de navegação, identificação de alvos e interpretação de imagens obtidas pelos sensores da carga útil embarcada, enquanto as práticas incluem exercícios simulados de observação aérea. O objetivo é fornecer habilidades para realizar observações com eficiência, utilizando as tecnologias e os procedimentos adequados para alcançar os objetivos.

4.2.2.9 Detecção, Reconhecimento e Identificação (DRI) e Localização de Alvos

- Esse item deve preparar os operadores para detectar, reconhecer, identificar e localizar alvos durante operações aéreas. Através de instruções teóricas e práticas, deverão

conhecer noções básicas de Inteligência Militar e de Inteligência, Reconhecimento, Vigilância e Aquisição de Alvos (IRVA), técnicas avançadas de DRI e elaboração de rotas de voo utilizando equipamentos corretos e seguindo procedimentos operacionais precisos, com o intuito de realizar o detalhamento dos dados e informações do inimigo.

4.2.2.10 Observação e Condução do Tiro

- A instrução sobre este assunto devendo focar na habilidade de realizar a observação e a condução do tiro de forma precisa durante operações aéreas. Abrange assuntos como técnicas de observação do tiro, correção do tiro e comunicação com elementos de apoio de fogo, enquanto a parte prática envolverá exercícios simulados de condução do tiro.

4.2.2.11 Avaliação de Danos

- Os operadores avaliarão danos causados durante operações aéreas. Introduzindo métodos de análise de alvos e elaboração de relatórios de avaliação, enquanto as práticas incluem simulações de avaliação de danos. O objetivo é fornecer habilidades para identificar danos, registrar informações precisas e reportar resultados essenciais para a gestão das operações.

4.2.2.12 Proteção de Estruturas Estratégicas e Pontos Sensíveis

- Os instruendos devem compreender os princípios e a organização da proteção de estruturas estratégicas com a finalidade de empregar o SARP na proteção destas estruturas. Para tanto, deverão conhecer e aplicar técnicas de avaliação de vulnerabilidades, planejamento de segurança e medidas de proteção. Na parte prática, deverão executar a vigilância de estruturas estratégicas com a inclusão de exercícios de resposta a emergências e a situações diversas. O objetivo é assegurar a segurança desses locais mediante a aplicação de protocolos de segurança rigorosos.

4.2.2.13 Detecção de Artefatos Explosivos Improvisados

- Essencial para lidar com ameaças de explosivos improvisados. A instrução deverá focar na identificação e no funcionamento básico dos tipos de artefatos, métodos de detecção e protocolos de segurança, devendo haver exercícios simulados de detecção e neutralização de ameaças. O intuito é capacitar os operadores a identificarem, avaliarem e responderem adequadamente a estas ameaças, assegurando a segurança da tropa.

4.2.2.14 Monitoramento Ambiental

- Os instruendos deverão estar habilitados a planejar o voo sobre uma área a ser monitorada, coletar e interpretar dados ambientais durante operações aéreas. Para tanto, deverão aplicar corretamente os métodos de coleta de dados, de interpretação de informações ambientais e impactos nos ambientes durante operações. Tais capacidades deverão ser avaliadas em exercícios de monitoramento em áreas de preservação ambiental.

4.2.2.15 Meios Anti-SARP

- Os instruendos deverão conhecer os meios anti-SARP cinéticos e não cinéticos, suas

capacidades e possibilidades e as medidas ativas e passivas disponíveis para fazer frente a esta ameaça.

4.3 TREINAMENTO SIMULADO

4.3.1 O uso de simuladores de voo e *software* de simulação são ferramentas valiosas no treinamento dos operadores de SARP.

4.3.2 Simulações permitem a prática de manobras complexas e respostas a situações diversas em um ambiente controlado e seguro.

4.3.3 Os simuladores devem reproduzir com precisão as características de voo dos SARP Catg 0, proporcionando uma experiência de treinamento realista e eficaz.

Fig 4.1- Simulação

4.4 ADESTRAMENTO DO OPERADOR SARP Catg 0

4.4.1 O adestramento prático do operador de SARP Categoria 0 deve incluir sessões de voo supervisionadas, simulando diferentes cenários operacionais, com aplicabilidade do treinamento e capacitação recebidos.

4.4.2 Isso inclui voos em ambientes urbanos e rurais, operações diurnas e noturnas, e missões de reconhecimento e monitoramento, para que os operadores adquiram a habilidade e a confiança necessárias para realizar voos seguros e eficientes em qualquer situação.

4.5 MANUTENÇÃO DO CONHECIMENTO

4.5.1 A manutenção do conhecimento adquirido durante o treinamento inicial é crucial para assegurar a contínua competência dos operadores. Isso pode ser alcançado através de treinamentos periódicos, reciclagens e participação em exercícios operacionais. A atualização constante em novas tecnologias e procedimentos

operacionais também deve fazer parte da manutenção do conhecimento.

4.5.2 As OM que operam SARP deverão aplicar semestralmente a todos os operadores, prova de operações e limitações da ARP e de tráfego aéreo. É obrigatório o acerto mínimo de 80% dos itens da prova. Caso o operador não atinja, ficará impedido de operar e deverá realizar uma reciclagem dos conhecimentos técnicos.

4.5.3 Para o atendimento do parágrafo anterior, o CIAvEx será o encarregado de providenciar um banco de questões a ser utilizado pelas diversas OM que operam SARP. A Seção de Operações das OM é a responsável por montar a prova, atendendo às orientações e determinações do CIAvEx.

4.6 ADESTRAMENTO DA TROPA APOIADA

4.6.1 Além da capacitação dos operadores, é fundamental que a tropa apoiada também seja adestrada no uso e apoio às operações com SARP. Sendo crucial por várias razões essenciais.

- É necessário preparar a tropa apoiada por este sistema para empregar, coordenar e comunicar-se eficientemente com os operadores do SARP, garantindo que possam transmitir informações vitais e coordenar ações de forma eficaz durante as operações. Além disso, um treinamento adequado capacita a tropa a entender plenamente as capacidades do SARP, permitindo-lhes usar essa tecnologia avançada de maneira estratégica para apoiar as operações táticas no terreno.

Fig 4.2- Adestramento.

4.6.2 A segurança e a eficiência operacional são aspectos cruciais do treinamento. Ao compreender os procedimentos operacionais e as precauções de segurança necessárias ao trabalhar com um SARP, a tropa pode minimizar os riscos de incidentes durante as operações conjuntas. A capacidade de adaptação é outra vantagem importante, pois o treinamento prepara a tropa para ajustar suas estratégias rapidamente com base nas informações dinâmicas fornecidas pelo suporte do SARP, otimizando assim a resposta

operacional e a eficácia geral das missões.

4.6.3 Além de habilidades técnicas, o treinamento fortalece a confiança mútua entre a tropa e os operadores do SARP, promovendo uma maior coesão e trabalho em equipe. Essa confiança mútua é fundamental para o sucesso das operações militares conjuntas e para alcançar resultados operacionais superiores. Em última análise, um adestramento eficaz não só melhora o desempenho operacional geral, mas também capacita a tropa a utilizar de forma eficaz e estratégica o suporte proporcionado pelo SARP, alcançando objetivos com maior precisão e eficiência no campo de batalha.

CAPÍTULO V

METEOROLOGIA AERONÁUTICA

5.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

5.1.1 Antes de iniciar um voo, além de conhecer o manual de operação do equipamento, o operador de Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP), seja qual for a categoria, deve ter ciência de todas as informações necessárias ao planejamento do voo. Dentre essas informações, inclui-se a verificação das condições meteorológicas na região onde vai ocorrer o voo.

- Cabe destacar que as condições meteorológicas adversas são os maiores causadores de acidentes aeronáuticos, como destacado na figura a seguir.
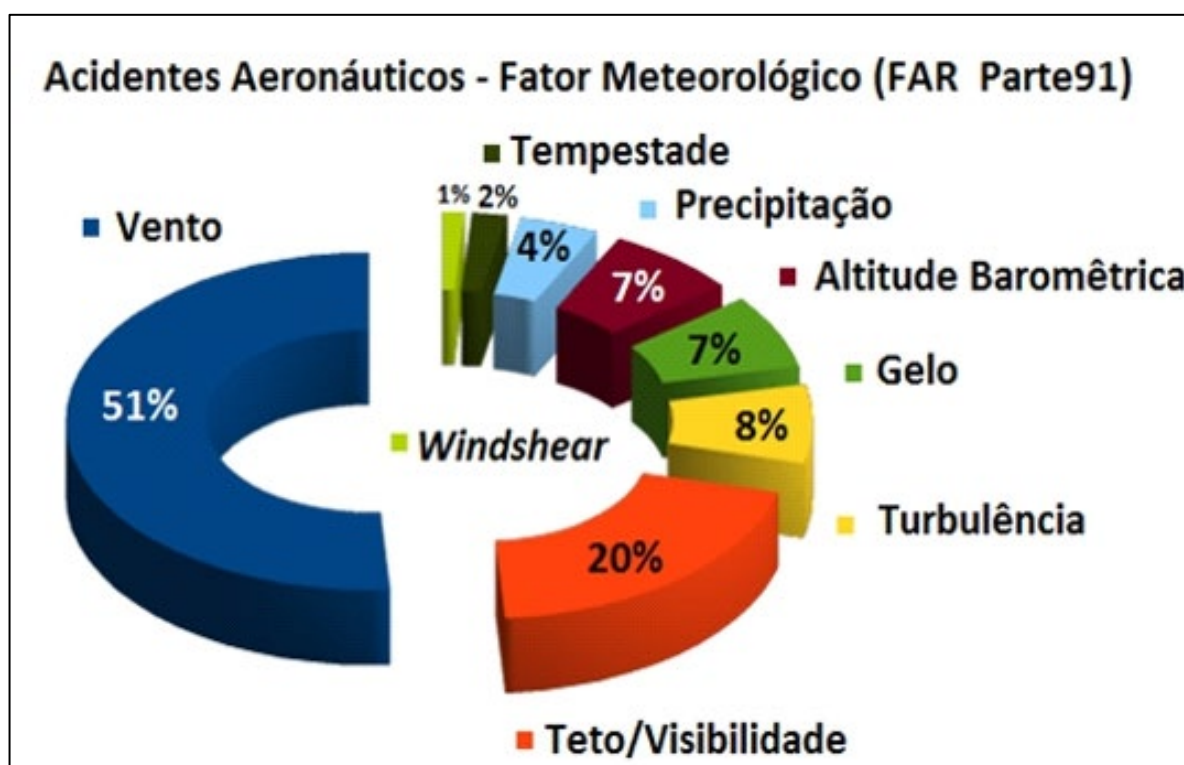
Fig 5-1- Fenômenos meteorológicos contribuintes para o acidente aeronáutico.

Fonte: https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/seguranca-operacional/meteorologia-aeronautica/veja-mais/meteorologia-e-a-seguranca-de-voo

5.1.2 Prever os fenômenos meteorológicos em tempo oportuno e com certo grau de precisão pode evitar desastres na aviação, poupando prejuízos materiais e, principalmente, vidas humanas.

- Assim, todo operador de Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP) deve conhecer e estar sempre atento aos recursos tecnológicos que indicam as condições do tempo presente e futuro com a melhor precisão possível, a fim de evitar ou minimizar os efeitos dos fenômenos meteorológicos nas suas aeronaves.

5.1.3 A Meteorologia é uma ciência que estuda a atmosfera terrestre, que tem como foco o estudo dos processos atmosféricos e a previsão do tempo. Estuda os fenômenos que ocorrem na atmosfera e as interações entre seus estados dinâmicos, físico e químico, com a superfície terrestre.

5.1.4 Os estudos no campo da meteorologia foram iniciados há mais de dois milênios, mas apenas a partir do século XVII a meteorologia progrediu significativamente. No século seguinte, o desenvolvimento da meteorologia ganhou um ímpeto ainda mais significativo com o desenvolvimento de redes de intercâmbio de dados em vários países e uma mais rápida troca de dados meteorológicos. As primeiras previsões do tempo tornaram-se possíveis com o desenvolvimento de modelos meteorológicos, no início do século XX. A invenção do computador e o desenvolvimento da internet tornaram mais rápido e mais eficaz o processamento e o intercâmbio de dados meteorológicos, proporcionando, assim, um maior entendimento dos eventos meteorológicos e suas variáveis.

5.1.5 A Meteorologia tem seu foco na investigação dos fenômenos observáveis relacionados com a atmosfera. A maior parte dos eventos meteorológicos ocorre na Troposfera, a camada mais baixa da atmosfera terrestre, e podem afetar o planeta Terra como um todo ou apenas uma pequena região. E, por conta disso, a meteorologia é subdividida para melhor estudar os eventos meteorológicos em escala global, ou eventos estritamente locais.

Fig 5-2- Camadas da atmosfera terrestre.

5.1.6 As aplicações da meteorologia são bastante amplas. O planejamento da agricultura, a política energética de um país, as estratégias militares, a construção civil, a atividade aérea, dentre outras, são influenciadas diretamente pelas condições climáticas. Assim, a previsão do tempo influencia de uma forma geral no cotidiano de toda a sociedade.

5.1.7 A Meteorologia Aeronáutica estuda os fenômenos de tempo que ocorrem na atmosfera visando à economia e à segurança de voo no que diz respeito as condições atmosféricas.

- É utilizada operacionalmente na Proteção ao Voo por meio da informação meteorológica, que compreende as seguintes fases: observação meteorológica, divulgação, coleta, análise e exposição.

5.1.8 No Brasil, o estudo e as aplicações da meteorologia aeronáutica são realizados pelo Comando da Aeronáutica que com os dados colhidos nas estações e pelos radares meteorológicos, esses produzem previsões meteorológicas específicas para a região do aeródromo e rotas aéreas, muito mais detalhadas do que as previsões vistas nos telejornais.

5.1.9 A meteorologia aeronáutica é indispensável para que os órgãos de proteção ao voo possam exercer suas funções, colhendo e interpretando os dados meteorológicos, para assim controlarem e instruírem os operadores das diversas aeronaves quanto a melhor, e mais segura forma de realizar a atividade aérea.

5.2 VENTO

5.2.1 A variação do ângulo de incidência dos raios solares de região para região da Terra traz como consequência, um aquecimento diferencial do equador aos polos. Outrossim, o fato de que os vários tipos de superfícies absorvem a radiação solar de forma diferente faz com que também haja um aquecimento diferencial na mesma região.

5.2.2 O resultado lógico desses fatos é que ocorrem diferenças de temperatura. Essas, por sua vez, implicam diferenças de pressão que obrigam o ar a se deslocar no sentido horizontal, a fim de contrabalançar as diferenças de densidade.

- Esses deslocamentos horizontais do ar que, quer a nível regional, quer a nível local, constituem os ventos e compõem no conjunto a chamada circulação do ar, responsável maior pelo equilíbrio térmico na atmosfera.

5.2.3 Esse fluxo do ar tendendo a manter um certo equilíbrio de pressão é chamado de vento. Pode ser definido como o ar em movimento aproximadamente horizontal e de forma laminar, que ocorre quando há diferença de pressão entre duas regiões ocasionadas, principalmente, por variações de temperatura.

- Quanto maior for a diferença de pressão, mais intenso será o vento resultante.

5.2.4 Os ventos tornam-se fortes sempre que ocorrer uma grande diferença de pressão entre dois pontos. Nessa situação, acontecerá o deslocamento de ar do ponto de maior

pressão para o ponto de menor pressão no sentido horizontal.

5.2.5 O FLUXO GERAL DOS VENTOS, NUM DADO NÍVEL, DEVE SER EXPRESSO PELOS SEGUINTES ELEMENTOS:

5.2.5.1 Direção:

- É o sentido de onde o vento vem, dado em graus, com relação ao norte magnético, para fins de navegação e com relação ao norte verdadeiro ou geográfico para fins meteorológicos. Quando varia em direção, é dito ser variável, e quando varia em velocidade num pequeno intervalo de tempo, é chamado de rajada.

5.2.5.2 Velocidade:

- Também conhecida como força, é a intensidade com que se manifesta o vento, dada em Km/h, m/s ou, principalmente, para fins meteorológicos, em KT (nó ou knot, em inglês).

5.2.6 Os dados do vento em superfície são obtidos por um instrumento denominado anemômetro e na sua ausência, por meio de métodos estimativos, tais como a biruta. Importante ressaltar que as operações de pousos e as decolagens de aeronaves devem ser feitas sempre contra o vento.
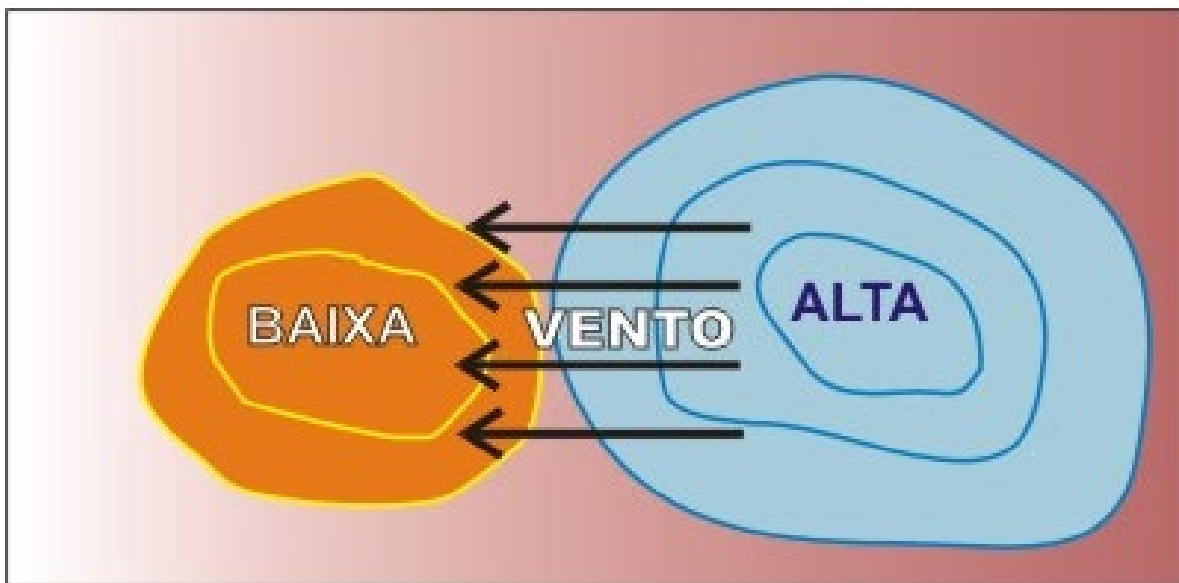
Fig 5-3- Deslocamento do vento entre áreas de pressões atmosféricas diferentes.

5.2.7 A circulação geral constitui um quadro global do comportamento da atmosfera, no que diz respeito à movimentação contínua do ar sob o efeito direto do aquecimento solar.

- Entretanto, ela não se apresenta com uma estrutura única, ocorrendo em seu interior perturbações de menor amplitude, que se superpõem ao fluxo em determinadas regiões do globo terrestre, criando irregularidades estruturais, como se fora o fluxo de um imenso rio, apresentando aqui e ali correntes e remoinhos que constituem, com seus fluxos peculiares, a chamada circulação secundária.

5.2.8 A circulação secundária tanto podem ser perturbações que se deslocam, tais como os ciclones e anticiclones dinâmicos, como também, perturbações de ocorrência local, causadas por efeitos puramente geográficos, tais como as brisas, as monções, dentre outros. Esses são chamados de ventos periódicos.

5.2.9 CICLONE

- Trata-se de uma área de baixas pressões, cuja circulação do ar é convergente, apresentando um fluxo de ventos no sentido anti-horário no hemisfério norte e horário no hemisfério sul. Sua presença local é, quase sempre, indício de mau tempo.

5.2.10 ANTICICLONE

- Trata-se de uma área de altas pressões, cuja circulação do ar é divergente, apresentando um fluxo de ventos no sentido horário no hemisfério norte e anti-horário no hemisfério sul. Sua presença local é quase sempre indício de tempo bom.

5.2.11 BRISAS

5.2.11.1 São circulações locais que ocorrem sobre regiões litorâneas, tendo por causa fundamental a diferença de pressão atmosférica entre o litoral e o mar e vice-versa, resultante do diferente aquecimento solar. Pode ser marítima ou terrestre.

5.2.11.2 Brisa Marítima

5.2.11.2.1 A brisa marítima ocorre durante o dia. O ar em contato com o litoral torna-se mais aquecido e menos denso e, consequentemente, com pressão menor.

- Já o ar em contato com a água torna-se mais frio e mais denso e, consequentemente, com pressão maior.

5.2.11.2.2 Dessa forma, o ar passa a circular do mar para a terra, caracterizando a chamada brisa marítima. Ela tem origem em torno de 20 a 40 Km mar adentro e penetra na terra a uma distância de 20 a 60 km.

- Sua velocidade raramente excede a 10 KT, mas às vezes pode chegar a 20 KT.

5.2.11.2.3 É mais intensa na primavera e no verão, principalmente no período da tarde, entre 14:00 e 16:00 horas (horário local).

- Acarreta um aumento da umidade relativa e uma redução na temperatura do ar, de 5 a 6 ºC, principalmente à beira-mar.

5.2.11.3 Brisa Terrestre

5.2.11.3.1 A brisa terrestre ocorre durante a noite.

- O ar em contato com a água torna-se mais aquecido e menos denso e, consequentemente, com pressão menor.
- Por sua vez, o ar em contato com o litoral torna-se mais frio e mais denso e,

consequentemente, com pressão maior. Dessa forma, o ar passa a circular da terra para o mar, caracterizando a chamada brisa terrestre.

5.2.11.3.2 Ela tem origem em torno de 10 a 20 Km terra adentro e penetra mar adentro, numa distância equivalente.

- É sempre mais fraca do que a brisa marítima, sendo sua velocidade pequena. Apresenta maior intensidade no outono e no inverno.

5.2.12 INFLUÊNCIA DO VENTO NO VOO

5.2.12.1 Em regiões em que ventos mais fortes são frequentes, o voo de *drones* pode se tornar potencialmente perigoso, pois em condições de rajadas de vento e de cortante de vento, a correção na pilotagem da ARP pode não ser suficiente para garantir a segurança da operação.

5.2.12.2 Cada ARP tem uma tolerância a ventos fortes, que é informada pelo fabricante no respectivo manual técnico.

- Voar fora dos limites de tolerância pode ocasionar problemas de navegação, pois o equipamento pode não ter força para vencer a resistência do vento ou pode adquirir velocidades extremas muito rapidamente.

5.2.12.3 Acima dessa velocidade, o nível de resistência do equipamento aos efeitos do vento vai variar de acordo com o tamanho das hélices, giro do motor e peso do equipamento. É o que acontece, por exemplo, quando o operador decide voar em altura superior à permitida pelo manual do equipamento.

- Nesta situação, a ARP poderá enfrentar dificuldades para vencer a resistência do vento.
- É importante salientar que, em níveis mais altos, a velocidade do vento pode variar mais rapidamente, devido à diminuição da pressão atmosférica, o que requer maior cuidado com o parâmetro velocidade do vento, durante a operação.

5.2.12.4 Outro cuidado que o operador precisa ter em relação ao vento é conhecer a sua direção antes de iniciar a operação da ARP, para que o planejamento da operação esteja compatível com a autonomia da bateria do equipamento.

5.2.12.5 Também é essencial que o operador conheça todos os limites de autonomia do seu equipamento para evitar descidas com velocidade elevada, o que pode potencializar o gradiente do vento e ocasionar risco de colisão com solo, obstáculos e pessoas.

5.2.12.6 Se a operação for realizada próxima de áreas que possuem edifícios, abrigos artificiais ou obstruções naturais, como árvores de grande porte, é necessário ter atenção redobrada.

- Os obstáculos no solo afetam o fluxo de vento. Por esse motivo, recomenda-se, antes de iniciar a operação nesses locais, conhecer os diferentes padrões de vento da localidade.

5.3 MASSAS DE AR

5.3.1 As massas de ar são formações atmosféricas que têm caraterísticas comuns em termos de temperatura, umidade e pressão. Elas têm o potencial de alterar substancialmente o clima de uma região.

5.3.2 As massas de ar úmidas são formadas em áreas oceânicas.

- Já as massas de ar secas têm sua origem atrelada aos continentes e têm sua formação atrelada ainda à latitude. São classificadas como polares, tropicais e equatoriais.

5.3.2.1 Massas de Ar Equatoriais

- São formadas nas regiões próximo da Linha do Equador. São massas de ar quentes e comumente estáveis.
- Quando formadas sobre os oceanos e sobre as florestas tropicais, carregam muita umidade. Quando se formam sobre os continentes ou áreas desérticas, sua umidade é baixa, caracterizando, assim, massas quentes e secas.

5.3.2.2 Massas Ddee Ar Tropicais

- São aquelas que se formam nas proximidades dos trópicos de Câncer ou de Capricórnio, respectivamente nos hemisférios Norte e Sul. Quando formadas sobre os oceanos, são massas tipicamente quentes e úmidas.

5.3.2.3 Massas de Ar Polares

- São aquelas formadas nas regiões mais frias do planeta, em latitudes superiores a 50º Norte ou Sul.
- Portanto, são massas bastante frias e úmidas, quando formadas nas superfícies oceânicas, e frias e secas, quando se formam sobre as superfícies continentais.

5.3.3 AS MASSAS DE AR FRIO

- São as chamadas massas polares e as massas de ar quentes são denominadas massas de ar tropical. Massas de ar continentais são secas, enquanto as marítimas são úmidas.

5.3.4 JÁ EM MASSAS DE AR ESTÁVEIS (massas de ar quente que se deslocam sobre superfícies frias)

- São comuns nuvens estratiformes e nevoeiros, precipitação em forma de chuvas constantes ou chuviscos e ventos mais moderados.

5.3.5 Os sistemas frontais separam as massas de ar que têm diferentes densidades e temperaturas.

- Uma vez que uma massa de ar se move para longe de sua região de origem, fatores como a vegetação e a disponibilidade de água numa determinada região podem modificar rapidamente o seu caráter.

5.3.6 O BRASIL SOFRE A ATUAÇÃO DE CINCO MASSAS DE AR**,** SÃO ELAS:

a) Massa Equatorial Continental (mEc);
b) Massa Equatorial Atlântica (mEa);
c) Massa Tropical Continental (mTc);
d) Massa Tropical Atlântica (mTa); e
e) Massa Polar Atlântica (mPa).
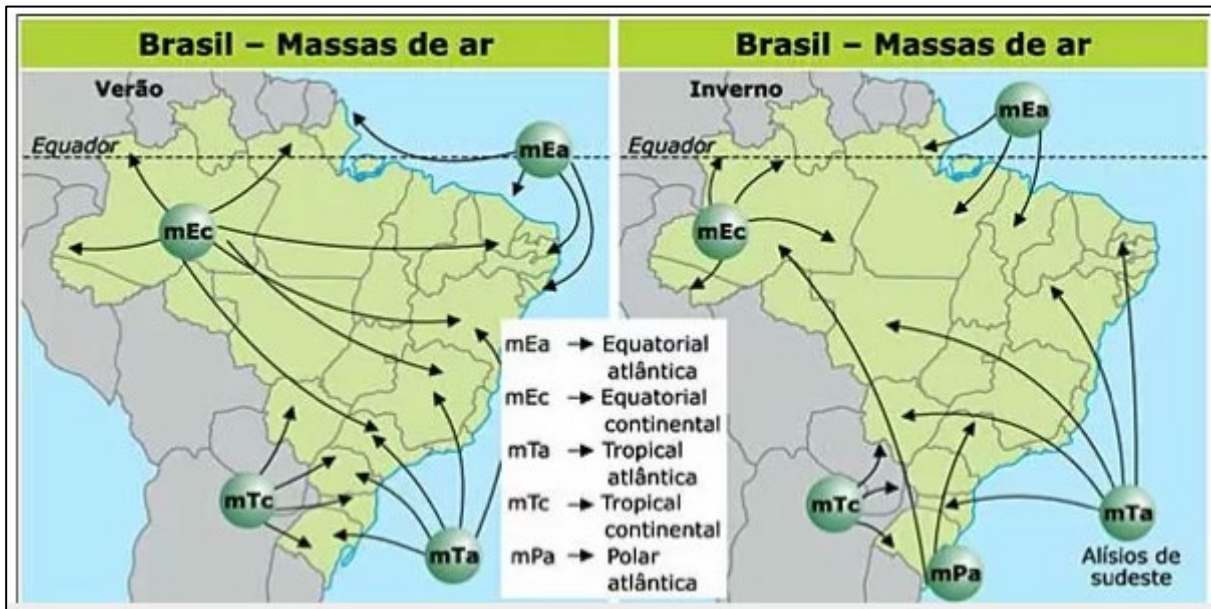
Fig 5-4- Massas de ar atuantes no Brasil.

5.3.6.1 Massa Equatorial Continental (mEc)

- Diferentemente das demais massas que têm origem em superfícies continentais, a mEc é uma massa quente e úmida. Isso ocorre porque ela surge sobre a Floresta Amazônica, que possui alta taxa de evapotranspiração, o que eleva os índices de umidade da porção da atmosfera que se encontra imediatamente acima dela.
- Soma-se a isso a umidade derivada dos extensos cursos d’água que formam a bacia Amazônica.
- Essa massa atua durante todo o ano na região Norte do Brasil, mas ganha forças no verão e se desloca também para outras regiões.

5.3.6.2 Massa Equatorial Atlântica (mEa)

- Trata-se de uma massa quente e úmida que tem origem sobre as águas do oceano Atlântico. Atua principalmente nos litorais Norte e Nordeste do Brasil, ganhando mais força durante o verão.

5.3.6.3 Massa Tropical Atlântica (mTa)

- Origina-se sobre o oceano Atlântico e, por isso, carrega consigo bastante umidade.
- Atua sobre o litoral do Brasil por estados das regiões Sul e Sudeste, chegando também em parte do Nordeste. No inverno, a sua intensidade é reduzida, especialmente na região Sul do país.

5.3.6.4 Massa Tropical Continental (mTc)

- Origina-se próximo ao Trópico de Capricórnio, adentrando no território brasileiro a partir do Sudoeste.
- Atua durante todo o ano sobre as regiões Centro-Oeste e Sul principalmente e perde um pouco da sua força durante o inverno. Trata-se de uma massa quente e de baixa umidade.

5.3.7.5 Massa Polar Atlântica (mPa)

- Principal massa de ar fria que atua no território brasileiro, o que se dá com maior intensidade durante o inverno. Além das baixas temperaturas, caracteriza-se também pelos elevados teores de umidade. Seu deslocamento proporciona a ocorrência de frentes frias por todo o território nacional, causando a queda de temperaturas e chuvas frontais, que decorrem do encontro de uma massa fria com outra massa quente. Na região Norte, é responsável pela friagem.

5.4 SISTEMAS FRONTAIS

5.4.1 O encontro de massas de ar com propriedades distintas forma o sistema frontal. A massa mais quente (frente quente), menos densa, sobrepõe-se à massa menos quente (frente fria), mais densa. Do encontro dessas duas poderão surgir a frente oclusa e a frente estacionária.
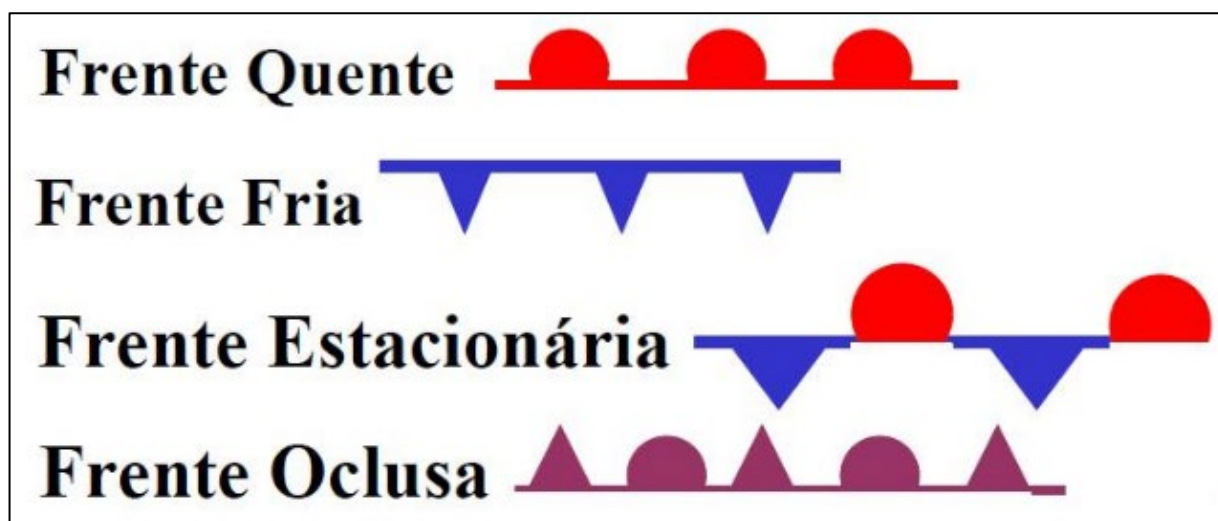
Fig 5-5- Representação gráfica dos tipos de frentes.

5.4.2 FRENTE FRIA

5.4.2.1 Uma frente fria é uma descontinuidade frontal, na qual uma massa de ar de menor temperatura (mais fria) desloca, “empurra”, da superfície do solo, uma massa de ar com temperatura maior.

5.4.2.2 A aproximação de uma frente fria é caracterizada por sensível redução na pressão atmosférica e um consequente aumento de temperatura.

- Os ventos na área pré-frontal (adiante da frente) sopram predominantemente de noroeste (NW), no Hemisfério Sul, com a formação de nuvens do tipo Cirrus (Ci) e Cirrostratus (Cs).

5.4.2.3 Durante a passagem da frente fria, a temperatura cai rapidamente, a pressão atinge seu valor mínimo, aparecem nuvens Altocumulus (Ac) e Cumulonimbus (Cb) com chuvas fortes e rajadas de vento (predominantemente de W), gerando forte cisalhamento vertical e horizontal.

5.4.2.4 Depois da frente fria passar, a temperatura continua caindo (devido principalmente à presença do ar frio recém chegado), a pressão aumenta, as chuvas passam a ser estratiformes e depois limpa o céu (devido ao aumento de pressão do ar mais frio e denso, o que inibe a formação de novas nuvens).

- Os ventos são do quadrante sul (predominantemente de SW).
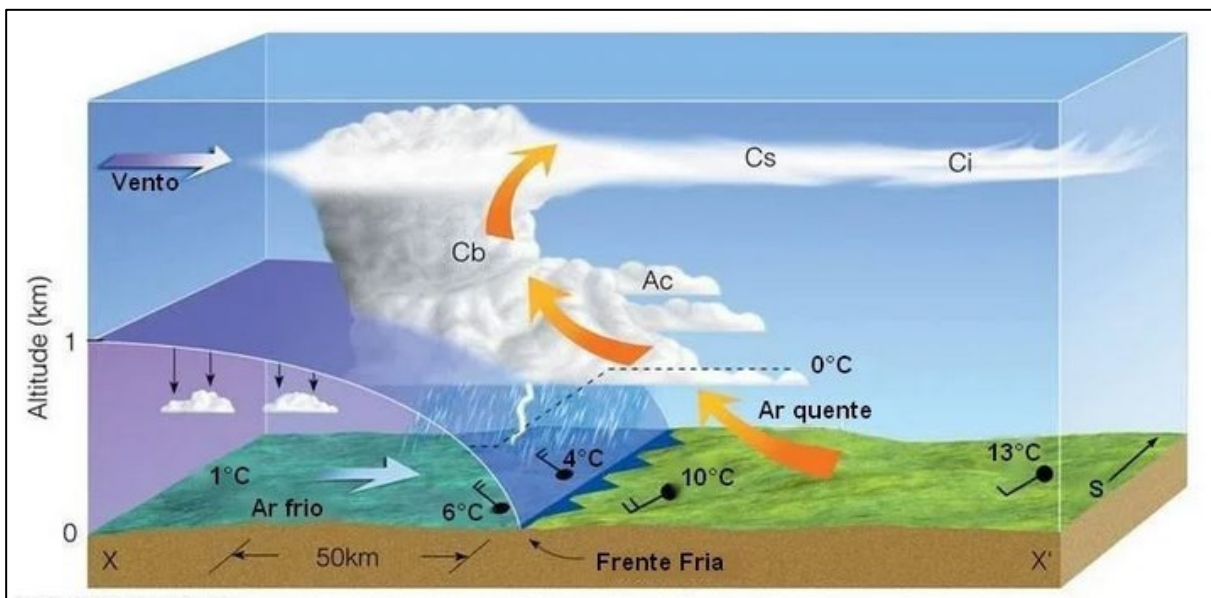
Fig 5-6- Frente fria.

5.4.2.5 Conforme a velocidade de deslocamento, as frentes frias são classificadas em lentas e rápidas. E, com respeito à posição de deslocamento, predomina de sudoeste (SW) para Nordeste (NE) no Hemisfério Sul.

5.4.3 FRENTE QUENTE

5.4.3.1 Uma frente quente ocorre quando uma massa de ar quente tenta tomar o lugar de uma massa de ar mais frio. A massa de ar quente se move em direção a uma massa de ar frio, a uma velocidade de 25 a 35 km/h. Seu deslocamento no globo terrestre é de Noroeste (NW) para Sudeste (SE).

5.4.3.2 Geralmente as temperaturas são frias e o céu relativamente claro de 500 a 1.000 KM adiante de uma frente quente. Quando uma frente quente se aproxima, o ar aquecido entra em contato com o ar mais frio e denso e começa subir, formando uma rampa pouco

inclinada.

5.4.3.3 Antes da chegada de uma frente quente, a temperatura aumenta, a pressão cai, aparecem nuvens do tipo Cirrus (Ci - em até 1000 quilômetros à frente), Cirrostratus (Cs) e Altocumulus (Ac - menos longe), Stratus (St) e Nimbostratus (Ns - até 300 km) e os ventos vêm do quadrante sul (predominantemente SE).

5.4.3.4 Durante a passagem da frente quente, a temperatura continua aumentando, a pressão se mantém constante, aparecem nuvens Stratus com chuvas e rajadas de vento (predominantemente de W). Quando a frente passa por uma determinada região, ela normalmente é acompanhada de uma precipitação leve e contínua de chuva, chuvisco ou neve.

5.4.3.5 Depois da frente quente passar, o tempo fica quente até suas características se mesclarem com o climatológico do ambiente, a pressão aumenta um pouco e depois cai, cessa a chuva (céu claro com Stratocumulus (Sc) espalhados) e os ventos são do quadrante norte (predominantemente de NE).

5.4.3.6 Normalmente, o deslocamento da frente quente se faz de NW para SE no Hemisfério Sul.
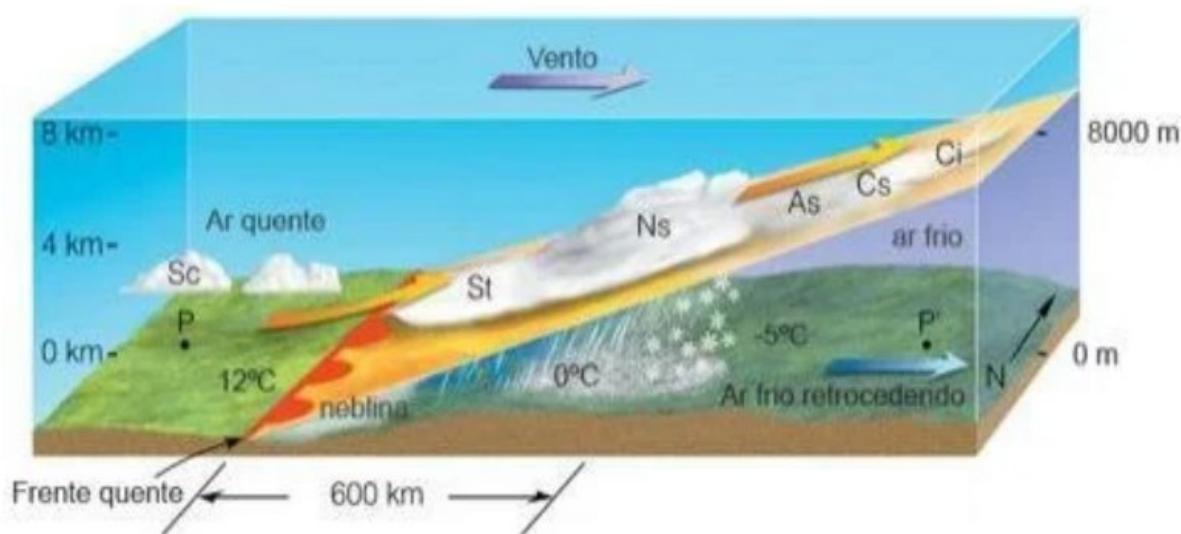
Fig 5-7- Frente quente.

5.4.4 FRENTE OCLUSA (OCLUSÃO DE FRENTE)

5.4.4.1 Em uma linguagem técnica, podemos definir oclusão de frente como sendo o encontro entre duas frentes. Pode-se ter a ocorrência de dois tipos de oclusão: oclusão de frente fria (mais comum) e oclusão de frente quente.

5.4.4.2 Em ambos os casos, a massa de ar de menor temperatura (mais fria) e consequentemente maior densidade, permanece em contato com a superfície do solo, fazendo com que a massa de maior temperatura (mais quente) e menor densidade, se eleve sobre a superfície frontal.
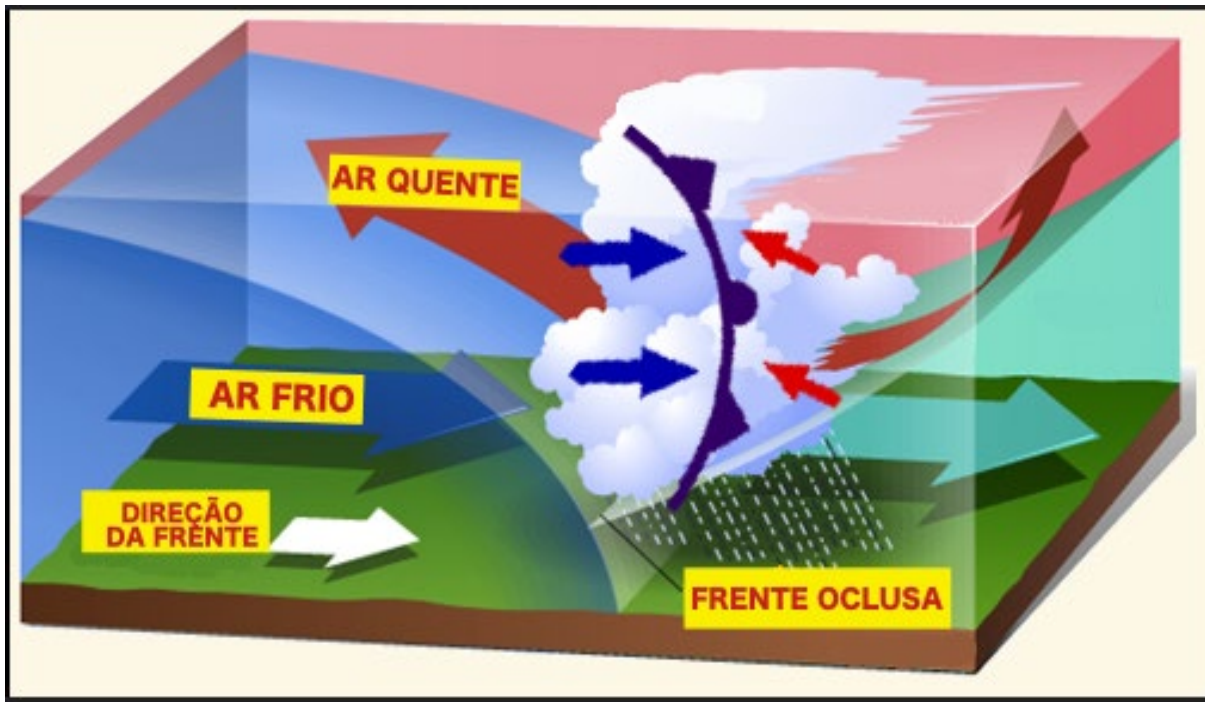
Fig 5-8- Frente oclusa.

5.4.4.3 Oclusão de frente fria:

- Ocorre quando o ar frio que está atrás da frente fria é mais frio que o ar frio que está na frente da frente quente. A frente fria enfraquece a frente quente e, na superfície, o ar mais frio substitui o ar menos frio.

5.4.4.4 Oclusão de frente quente:

- Ocorre quando o ar frio que está na frente da frente quente é mais frio que o ar frio que está atrás da frente fria. Na superfície, o ar menos frio substitui o ar mais frio. A seguir, um esquema mostrando uma oclusão quente.

5.4.5 FRENTE ESTACIONÁRIA

5.4.5.1 Quando uma frente perde velocidade e seu deslocamento é bastante desprezível, ou seja, quando uma das massas de ar não consegue deslocar a outra. Com isso, haverá um equilíbrio de pressão principalmente, e as condições de tempo reinantes tenderá a perdurar por vários dias.

5.4.5.2 As condições de tempo em uma frente estacionária são semelhantes às encontradas numa frente quente, porém menos intensas em geral. A frente perde sua força e começa a se mover mais lentamente. Algumas vezes, um longo período de nebulosidade e precipitação acompanha a frente estacionária, que tende a ter a banda de nebulosidade mais larga e menos uniforme como uma frente fria.

Fig 5-9- Frente estacionária.

5.5 NUVENS

5.5.1 É um conjunto visível de partículas diminutas de gelo ou água em seu estado líquido ou, ainda, de ambos ao mesmo tempo (mistas), que se encontram em suspensão na atmosfera, após terem se condensado ou liquefeito em virtude de fenômenos atmosféricos.

- A nuvem pode também conter partículas de água líquida ou de gelo em maiores dimensões e partículas procedentes, por exemplo, de vapores industriais, de fumaças ou de poeiras.

5.5.2 As nuvens apresentam diversas formas que variam dependendo essencialmente da natureza, dimensões, número e distribuição espacial das partículas que a constituem e das correntes de ventos atmosféricos.

- A forma e a cor da nuvem dependem da intensidade e da cor da luz que a nuvem recebe, bem como das posições relativas ocupadas pelo observador e da fonte de luz (sol, lua, raios) em relação à nuvem.

5.5.3 As nuvens são constituídas por gotículas de água condensada, oriunda da evaporação da água na superfície do planeta, ou cristais de gelo que se formam em torno de núcleos microscópicos, geralmente de poeira suspensa na atmosfera.

5.5.4 Após formadas, as nuvens podem ser transportadas pelo vento, tanto no sentido ascendente quanto descendente.

5.5.5 Quando a nuvem é forçada a se elevar, ocorre um resfriamento e as gotículas de água podem ser, total ou parcialmente, congeladas. Quando os ventos forçam a nuvem para baixo, ela pode se dissipar pela evaporação das gotículas de água.

- A constituição da nuvem depende, então, de sua temperatura e altitude, podendo ser constituídas por gotículas de água e cristais de gelo ou, exclusivamente, por cristais de gelo em suspensão no ar úmido.

5.5.6 CLASSIFICAÇÃO DAS NUVENS
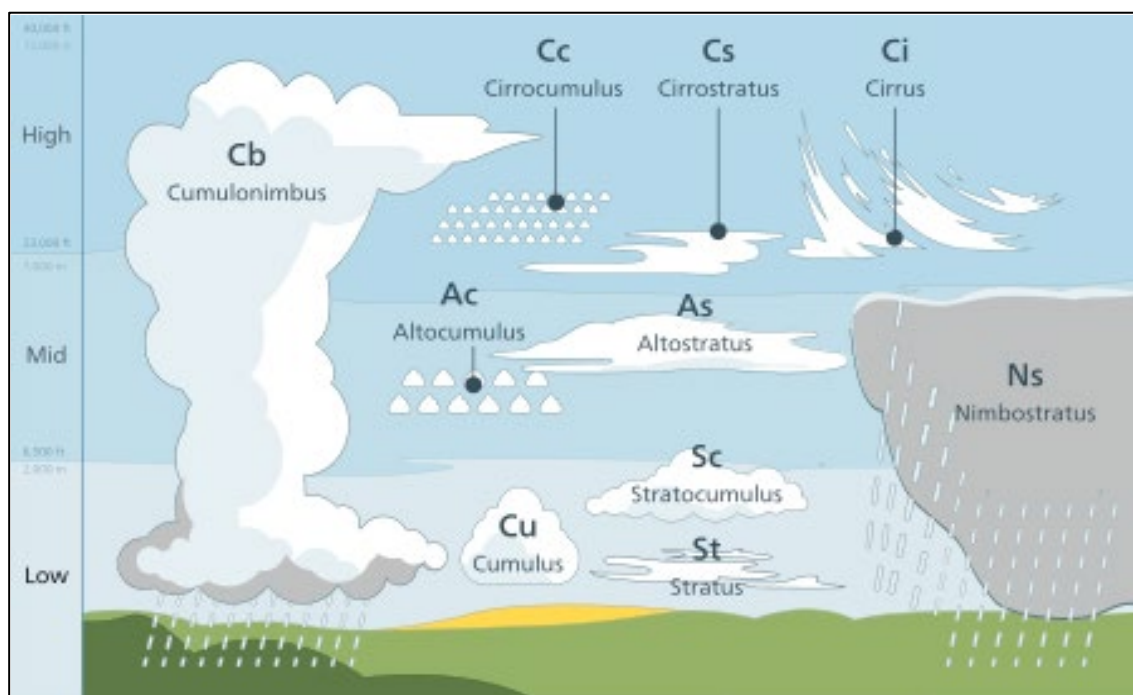
Fig 5-10- Tipos de nuvens.

5.5.6.1 Nuvens Altas

5.5.6.1.1 Cirrus (Ci) - possui um aspecto delicado, sedoso ou fibroso, cor branca brilhante.

- Ficam a 8 mil metros de altitude, numa temperatura de 0 °C, por isso são constituídas de microscópicos cristais de gelo.
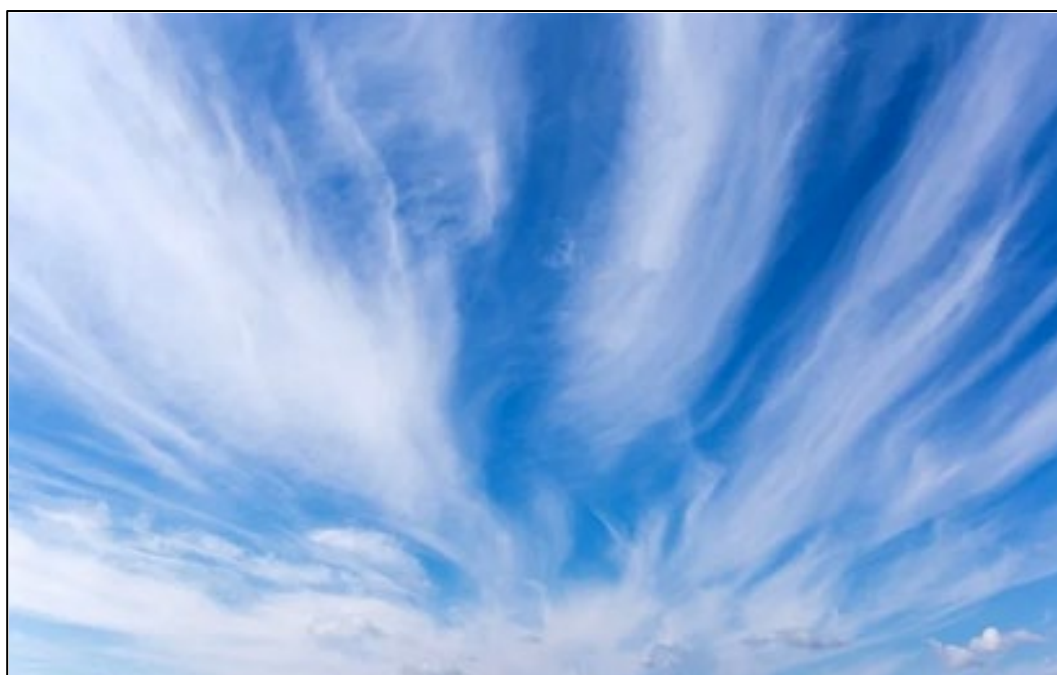
Fig 5-11- Cirrus.

5.5.6.1.2 Cirrocumulus (Cc) - possui um aspecto delgado, agrupam-se num padrão regular. São compostas de elementos extremamente pequenos e em forma de grãos e rugas. Servem para indicar a base de corrente de jato e da turbulência.

Fig 5-12- Cirrocumulus.

5.5.6.1.3 Cirrostratus (Cs) - possui aparência em forma de um véu quase transparente, fino e esbranquiçado, que não oculta o sol ou a lua e, por isso, dão origem ao fenômeno de halo. Localizam-se logo a seguir dos Cirrus e são formados por cristais de gelo.

Fig 5-13- Cirrostratus

5.5.6.2 Nuvens Médias

5.5.6.2.1 Altostratus (As) - possui camadas cinzentas ou azuladas, muitas vezes associadas a Altocumulus; compostas de gotículas super-resfriadas e cristais de gelo; não formam halo, pois encobrem o sol de modo a "filtrar" sua luz; dão origem à precipitação leve e contínua.
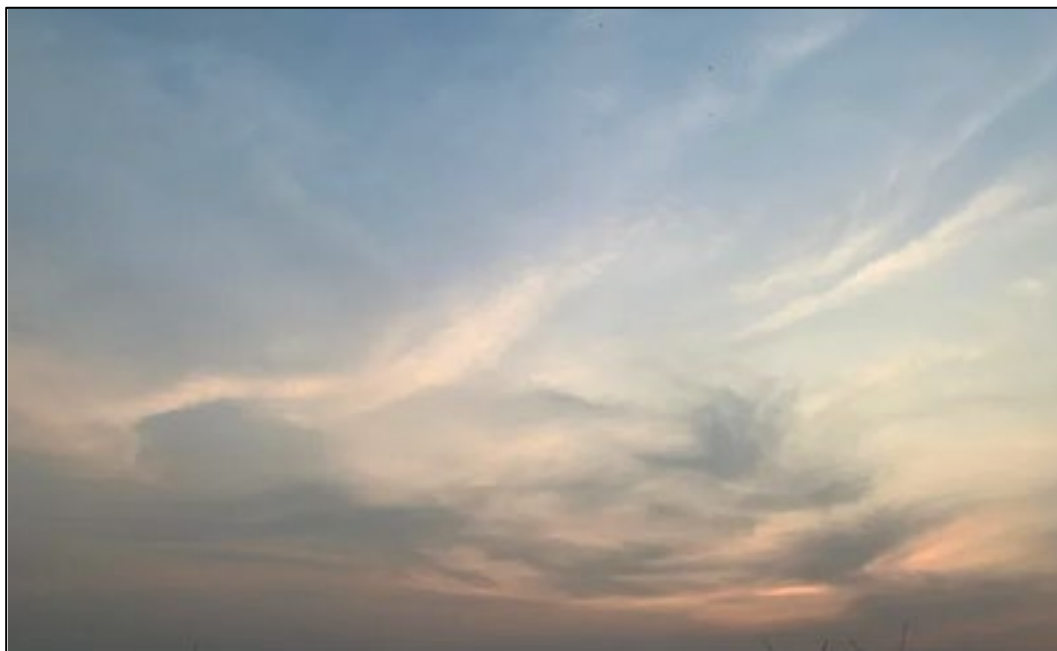
Fig 5-14- Altostratus.

5.5.6.2.2 Altocumulus (Ac) - tem aparência de um lençol ou camada de nuvens brancas ou cinzentas, tendo geralmente sombras próprias. Constituem o chamado "céu encarneirado".

Fig 5-15- Altocumulus.

5.5.6.3 Nuvens Baixas

5.5.6.3.1 Stratus (St) - são muito baixas, em camadas uniformes e suaves, cor cinza; quando estão coladas à superfície formam o nevoeiro; apresenta topo uniforme (ar estável) e produz chuvisco (garoa). Quando se apresentam fraccionadas, são chamadas Fractostratus (Fs).

Fig 5-16- Stratus

5.5.6.3.2 Cumulus (Cu) - com aspecto de algodão, possuem uma forma mais definida e um formato mais arredondado. São geralmente isoladas e com uma variação na coloração, que pode ser branco e, por vezes, cinza. Quando surgem, indicam bom tempo com presença de sol.
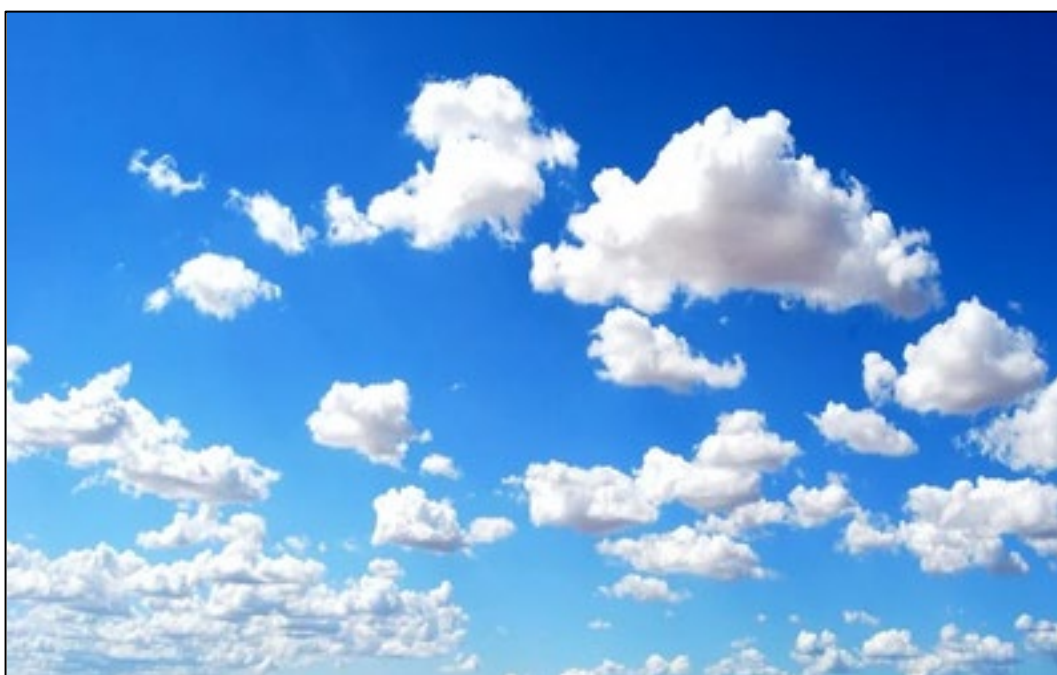
Fig 5-17- Cumulus

5.5.6.3.2 Stratocumulus (Sc) - possui uma aparência de um lençol contínuo ou descontínuo, de cor cinza ou esbranquiçada, tendo sempre partes escuras. Quando surgem no céu, costumam vir acompanhadas de chuvas leves e, quando em voo, há turbulência dentro da nuvem.

Fig 5-18- Stratocumulus.

5.5.6.4 Nuvens de Desenvolvimento Vertical Médio

- Nimbostratus (Ns) - possui aspecto amorfo, base difusa e baixa, muito espessa, escura ou cinzenta; produz precipitação intermitente e mais ou menos intensa.

Fig 5-19- Nimbostratus.

5.5.6.5 Nuvens de Grande Desenvolvimento Vertical:

- Cumulonimbus (Cb): nuvem de trovoada; base entre 600 e 2000 m, com topos chegando a 12 e 15 km de altura, sendo a média entre 4 e 9 km.
- São formadas por gotas d'água, cristais de gelo, gotas super-resfriadas, flocos de neve e granizo.
- Se apresentarem forma de bigorna, são Cumulonimbus Incus: o topo apresenta expansão horizontal devido aos ventos superiores, lembrando a forma de uma bigorna de ferreiro e é formado por cristais de gelo, sendo formado, no seu topo, por nuvens do tipo Cirrostratus (Cs).

Fig 5-20- Cumulonimbus.

5.5.6 INFLUÊNCIA DA CHUVA NO VOO

5.5.6.1 As nuvens e as trovoadas podem oferecer grande perigo para o voo. Durante uma trovoada podem ser verificados fenômenos como ventos fortes, granizo, saraiva, descargas elétricas, turbulência, tornados, formação de gelo e chuva intensa. Esses fenômenos meteorológicos aparecem em todos territórios brasileiros.

- As Cumulunimbus, por exemplos, são nuvens densas e com grande dimensão vertical que se formam, basicamente, a partir de três fatores: umidade, correntes de ventos ascendentes e muita instabilidade.
- Uma tempestade de Cumulunimbus oferece muito perigo para o voo.

5.5.6.2 As descargas elétricas que ocorrem durante uma tempestade são correntes elétricas com centenas de amperes que surgem a partir do atrito entre as partículas de

uma nuvem.

- Estas descargas podem trazer grande perigo para o voo, pois podem ocorrer internamente a uma nuvem, entre nuvens ou entre nuvem e solo. Além disso, criam campos eletromagnéticos e provocam, também, altas temperaturas e altas pressões ao seu redor que podem prejudicar a trajetória da aeronave, bem como danificá-la.

5.5.6.3 Voar durante a ocorrência de chuvas pode causar a inutilizarão do equipamento, pois a maioria das ARP não são impermeáveis ou apresentam baixa resistência à umidade

- A água da chuva, mesmo em condição moderada, pode entrar em contato com as baterias quentes e os motores ocasionando panes nos sistemas eletrônicos ou de combustão do motor.

5.5.6.4 Além disso, essa condição meteorológica pode ocasionar maior dificuldade para operação de ARP dotada de recursos para estabilidade de navegação e obtenção de imagens pelo sensor, pois a chuva pode reduzir o contraste necessário para a câmera discernir o movimento.

- A água da chuva também pode reduzir bastante a visualização da câmera frontal em aeronaves equipadas com este equipamento.

5.5.6.5 A ação da água das chuvas pode degradar o desempenho do enlace de comando e controle, podendo resultar em uma significativa redução do alcance rádio. Além disso, o excesso de umidade pode ocasionar falhas temporárias no equipamento.

5.5.6.6 Outro perigo que pode ser enfrentado durante a operação de um ARP sob condição de chuva é a dificuldade de visualização da aeronave, seja por um observador/piloto, ou por outra aeronave.

5.6 NEVOEIRO

5.6.1 O Nevoeiro é um fenômeno cuja constituição física assemelha-se à da nuvem, diferindo apenas no tocante à localização, uma vez que ele ocorre junto à superfície.

5.6.2 Por definição, a sua principal característica é de reduzir a visibilidade horizontal a menos de 1.000 metros. Isso faz com que seja um dos fenômenos meteorológicos que mais interferem nas operações.

5.6.3 A causa dessa restrição no sentido horizontal é devida à sua densidade, que varia muito, indo de 0 a menos de 1.000 metros. Por outro lado, também apresenta uma espessura muito variável, que restringe a visibilidade vertical. Sob temperatura muito baixa, ele pode constituir-se de cristais de gelo, quando então será denominado de nevoeiro glacial.

5.6.4 Em geral, o nevoeiro forma-se como fruto de uma inversão à superfície. A formação do nevoeiro depende também de outras condições favoráveis, tais como umidade relativa bastante elevada e vento fraco (velocidade de até 10 KT).

5.6.5 DEPENDENDO DE COMO OCORRAM, OS NEVOEIROS PODEM SER CLASSIFICADOS EM DOIS GRUPOS:

a) Nevoeiros de Massas de Ar: são aqueles que se formam no interior de massas de ar (quente ou fria), normalmente provocados pelo resfriamento.
b) Nevoeiros Frontais: formam-se associados com frentes (fria ou quente), como resultado da evaporação de precipitação leve e contínua proveniente de nuvem estratiforme, que cai dentro do ar frio.

5.6.6 INFLUÊNCIA DO NEVOEIRO NO VOO

5.6.6.1 Quando for realizar voos, principalmente em regiões serranas, o operador deve ficar atento à redução repentina de visibilidade, pois a altitude atua na redução das temperaturas e na interceptação das massas de ar úmido provenientes de outras localidades, o que aumenta a probabilidade de ocorrência de nevoeiro.

- O mesmo cuidado deve ser adotado no caso de sobrevoo de zonas próximas a cursos d'água, como rios e, principalmente, lagos, pois, durante o dia, há a emissão de grande quantidade de umidade em forma de vapor, que se condensa durante a noite, formando neblinas mais densas nas primeiras horas da manhã.

5.6.6.2 Caso o operador decida realizar a operação do equipamento após a dissipação do nevoeiro, ele deve redobrar a atenção. Durante a dissipação de um nevoeiro, embora as condições de visibilidade no solo melhorem, muitas vezes, forma-se uma espessa camada de nuvens cobrindo todo o céu, cuja base pode ficar entre 50 e 100 metros do solo.

Fig 5-21- *Drone* voando a baixa altura e em condições de visibilidade horizontal reduzida.

- Essa condição meteorológica pode prejudicar as operações com SARP, nas quais o operador deve manter contato visual com durante todo o voo.

5.6.6.3 O operador deve dar preferência para operações *Visual Line of Sight* (VLOS) - Linha de Visada Visual, na qual ele mantém contato visual com a ARP durante todo o voo, sem auxílio de lentes ou outros equipamentos.

5.7 INFORMAÇÕES METEOROLÓGICAS

5.7.1 INFORME METEOROLÓGICO REGULAR DE AERÓDROMO (METAR):

- Utilizado para a descrição completa das condições meteorológicas observadas em um aeródromo.
- É reportado em intervalos regulares de uma hora.

5.7.2 INFORME METEOROLÓGICO ESPECIAL DE AERÓDROMO (SPECI):

- Utilizado para a descrição completa das condições meteorológicas quando ocorrer uma ou mais variações significativas nas condições meteorológicas entre os intervalos das observações regulares.

5.7.3 O METAR E O SPECI CONTÊM AS SEGUINTES INFORMAÇÕES NA SEQUÊNCIA (ORDEM FIXA):

a) Grupos de identificação;
b) Vento à superfície;
c) Visibilidade horizontal;
d) Alcance visual na pista (quando houver);
e) Tempo presente;
f) Nuvens (ou visibilidade vertical, se for o caso);
g) Temperaturas do ar e do ponto de orvalho; e
h) Pressão atmosférica (QNH).

5.7.4 PREVISÃO DE AERÓDROMO (TAF):

- O código TAF traz uma descrição completa das previsões de condições meteorológicas que ocorrerão em um aeródromo durante determinado período, incluindo todas as mudanças consideradas significativas para operações aéreas.
- Contém informações específicas apresentadas numa ordem fixa.

5.7.5 O CÓDIGO TAF CONTÉM AS SEGUINTES INFORMAÇÕES NA SEQUÊNCIA:

a) Grupos de identificação;
b) Vento à superfície previsto;
c) Visibilidade horizontal predominante prevista;
d) Tempo significativo previsto;
e) Nuvens previstas (ou visibilidade vertical prevista, se for o caso);
f) Temperaturas previstas;
g) Grupos de mudanças significativas previstas; e
h) Código do previsor que confeccionou a previsão.

5.7.6 MANUAIS DA FORÇA AÉREA BRASILEIRA

- As informações sobre a ordem dos elementos, a terminologia e as suas variações, as unidades e as escalas usadas na confecção do código METAR, SPECI e TAF estão detalhadas nos seguintes manuais da Força Aérea Brasileira:

a) ICA 105-1- Divulgação De Informações Meteorológicas;
b) ICA 105-16- Instrução Sobre Códigos Meteorológicos;
c) FCA 105-2- Código Meteorológico TAF; e
d) FCA 105-3- Códigos Meteorológicos METAR E SPECI.

5.7.7 SITES PARA CONSULTA DE INFORMAÇÕES METEOROLÓGICAS

5.7.7.1 Previsões Meteorológicas

a) www.cptec.impe.br
b) www.redemet.aer.mil.br
c) weather.com
d) www.climatempo.com.br
e) www.somarmeteorologia.com.br
f) portal.inemet.gov.br
g) www.redemet.decea.mil.br

5.7.7.2 Radares Meteorológicos

a) www.ipmetradar.com.br
b) www2.cemadem.gov.br

5.7.7.3 Meteorologia No Mundo

a) www.accuweather.com
b) www.ipma.pt
c. www.yr.no/en

CAPÍTULO VI

SEGURANÇA DE VOO

6.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

6.1.1 De acordo com o disposto no Art. 87 do Código Brasileiro de Aeronáutica, a prevenção de acidentes e incidentes aeronáuticos é da responsabilidade de todas as pessoas, naturais ou jurídicas, envolvidas com a fabricação, a manutenção, a operação e a circulação de aeronaves, bem como com as atividades de apoio da infraestrutura aeronáutica no território brasileiro.

6.1.2 A segurança operacional é primordial. A operação de um SARP deverá priorizar a segurança, minimizando o risco para outras aeronaves no espaço aéreo, pessoas em solo e infraestruturas críticas.

6.1.3 No âmbito do Exército a Norma Operacional de Emprego dos Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP) e das ARP não SMEM (EB70-N-13.001) regula o uso desses sistemas.

6.2 SISTEMA DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS (SIPAER)

6.2.1 O Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER) é um sistema constituído por diversos órgãos e elementos ligados diretamente uns aos outros, para aquilo que se relaciona com o desenvolvimento de suas atividades para fins do trato de assuntos específicos da Segurança de Voo.

6.2.2 De acordo com o Decreto Nº 9.540, de 25 de outubro de 2018, que dispõe sobre o Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos- SIPAER, instituído pelo Decreto nº 69.565, de 19 de novembro de 1971, o SIPAER tem por objetivo planejar, orientar, coordenar, controlar e executar as atividades de investigação e de prevenção de acidentes aeronáuticos e as ocorrências em solo.

6.2.3 A investigação e a prevenção têm a finalidade de reduzir a probabilidade de lesões às pessoas ou de danos aos bens decorrentes de acidentes ou incidentes aeronáuticos e de ocorrências de solo e não têm o propósito de atribuir culpa ou responsabilização no âmbito administrativo, civil ou penal.

6.2.4 O Estudo de Segurança de Voo é uma atividade de prevenção desenvolvida pelo Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), órgão central do SIPAER, com o objetivo de dar continuidade, por meio de uma análise mais completa, às investigações realizadas e aos Relatórios Finais produzidos, visando mitigar ou até mesmo eliminar um determinado tipo recorrente de ocorrência aeronáutica.

6.2.5 ELOS DO SIPAER

6.2.5.1 São elos, ou seja, compõem o SIPAER:

a) o Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos - CENIPA , do Comando da Aeronáutica e as unidades a ele subordinadas;
b) a Agência Nacional de Aviação Civil- ANAC;
c) o Departamento de Controle do Espaço Aéreo- DECEA, do Comando da Aeronáutica;
d) a Assessoria de Segurança Operacional do Controle do Espaço Aéreo- ASOCEA, do Comando da Aeronáutica;
e) as organizações militares e civis, públicas e privadas:
1) que operam aeronaves;
2) prestadoras de serviços de manutenção de aeronaves, motores e componentes aeronáuticos;
3) provedoras de serviços de navegação aérea;
4) operadoras de aeródromo; e
5) organizações de projeto e de produção de produtos aeronáuticos;
f) o Comitê Nacional de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos e os órgãos e as entidades que o integram; e
g) as pessoas, físicas ou jurídicas, envolvidas com a fabricação, a manutenção, a operação e a circulação de aeronaves e com as atividades de apoio da infraestrutura aeronáutica.
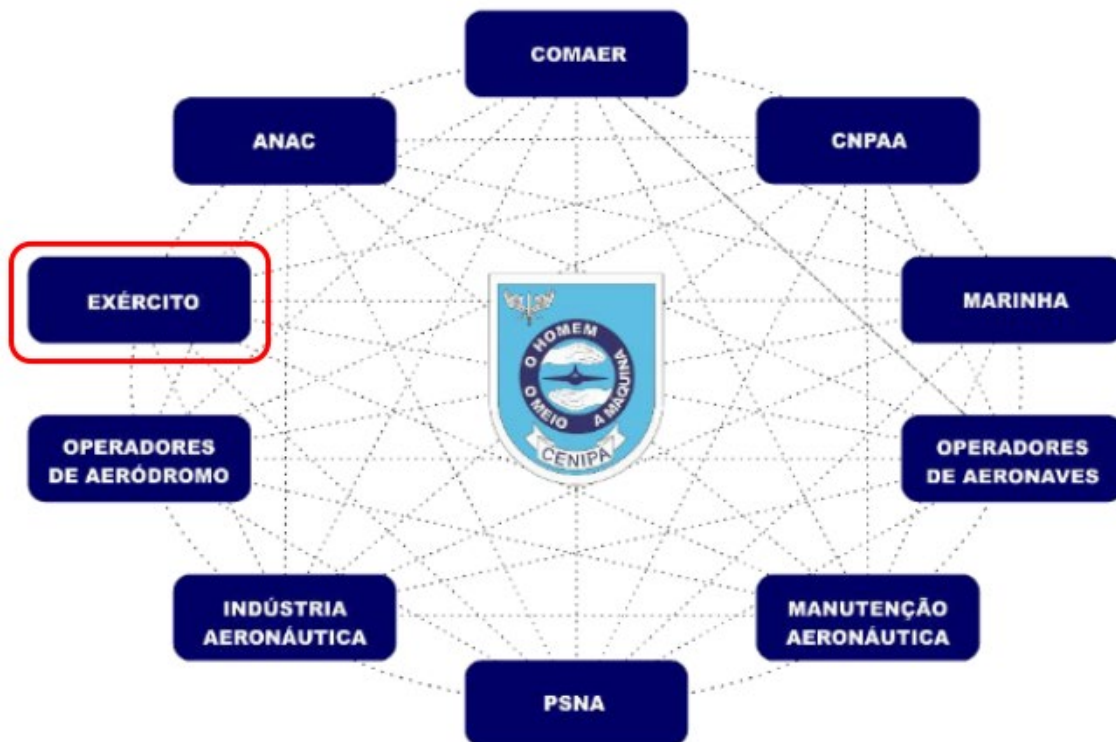
Fig 6-1- Ligação sistêmica do SIPAER.

6.2.5.2 A estrutura funcional do SIPAER é do tipo radial, de forma a ligar os componentes do sistema nas diferentes estruturas organizacionais, aumentando a velocidade e a eficiência na troca de informações.

6.2.6 PRINCÍPIOS DA FILOSOFIA SIPAER

6.2.6.1 A prevenção de acidentes é uma tarefa que requer mobilização geral.

6.2.6.2 O propósito da prevenção de acidentes não é restringir a atividade aérea, e sim estimular o desenvolvimento da aviação com segurança.

6.2.6.3 Todos os acidentes podem e devem ser evitados. Nenhum acidente ocorre por fatalidade, mas sim por deficiências enquadradas em três fatores básicos: humano, material e operacional.

6.2.6.4 Todos os acidentes resultam de uma sequência de eventos e nunca de uma "causa" isolada, os acidentes aeronáuticos são sempre o resultado da combinação de vários riscos diferentes, os chamados "fatores contribuintes".

6.2.6.5 Todo acidente tem um precedente se compararmos as características de qualquer acidente da atualidade com as características dos acidentes historicamente conhecidos.

- Logo, conclui-se que o atual não se constitui em uma completa "novidade" e seus fatores contribuintes serão basicamente os mesmos, ou seja, se repetindo no presente e seguramente se repetirão no futuro, na medida em que a prevenção não foi e não seja eficaz.

6.2.6.6 Em prevenção de acidentes, não há segredos nem bandeiras. A troca de informações exclusivas de prevenção é uma missão nobre. Ela não visa nada mais que a segurança de todos.

6.2.6.7 Acusações e punições agem diretamente contra os interesses da prevenção de acidentes. Não pode existir perseguições e punições, uma vez que o militar ameaçado dificilmente se sentirá motivado a relatar as deficiências que podem colocar em risco a aviação.

6.3 SISTEMA DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS DO EXÉRCITO (SIPAAerEx)

6.3.1 O Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos do Exército Brasileiro (SIPAAerEx), pertencente à estrutura do Exército Brasileiro (EB) e institui-se como responsável pela investigação e prevenção de acidentes aeronáuticos no âmbito da Força Terrestre.

6.3.2 Ao SIPAAerEx, na condição de Elo-SIPAER do Exército Brasileiro (EB), compete planejar, gerenciar e executar as atividades relacionadas à investigação e à prevenção de acidentes aeronáuticos no âmbito do EB, conforme os preceitos da Portaria GM-MD Nº 4.095, de 7 de outubro de 2021, do Ministério da Defesa, e em consonância com as Normas do SIPAER, realizando as adaptações julgadas necessárias de acordo com as suas peculiaridades.

6.3.3 O Comando de Operações Terrestres, por intermédio da Divisão de Aviação e

Segurança, coordena o funcionamento do Sistema Aviação do Exército (SisAvEx); regula, orienta e acompanha o preparo e o emprego da Aviação do Exército; normatiza e gerencia as atividades do Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos do Exército (SIPAAerEx).

6.3.4 DIRETRIZES DE FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS DO EXÉRCITO

- As diretrizes de funcionamento do Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos do Exército (SIPAAerEx) são fundamentadas nos seguintes objetivos:

a) estabelecer as atribuições e as competências aos órgãos e elementos constitutivos a fim de otimizar o funcionamento do SIPAAerEx;
b) priorizar os fatores que contribuem para o acidente ou incidente aeronáutico e a forma como ocorrem, recomendando, exclusivamente, medidas preventivas e corretivas que possam evitar sua repetição;
c) implantar na Aviação do Exército, uma filosofia de segurança ao nível de exigência requerida pela atividade aérea;
d) integrar a Aviação do Exército à atividade SIPAER vigente no país, respeitadas as particularidades inerentes às atividades aéreas operacionais do Exército; e
e) montar um Programa de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos eficiente para a Aviação do Exército.

6.4 PROGRAMA DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS (PPAA)

6.4.1 Conforme consta nas normas do SIPAER, o Programa de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (PPAA) é um programa que estabelece a Política da Segurança de Voo da organização, bem como suas atividades e responsabilidades, sob a ótica do SIPAER, visando à Prevenção de Acidentes Aeronáuticos.

6.4.2 Este programa é uma das principais ferramentas do SIPAER e foi estabelecido de forma a facilitar o gerenciamento da prevenção de uma organização. Sua confecção estimula um planejamento prévio de todas as atividades inerentes à prevenção conduzindo os trabalhos em benefício da Segurança de Voo.

6.4.3 É um esforço conjunto de todos que estão ligados, direta ou indiretamente, à aviação. Baseado em estatísticas da própria organização e em experiência dos seus integrantes, o PPAA estabelece todas as atividades que serão implementadas no decorrer de sua vigência, visando atuar na Prevenção de Acidentes Aeronáuticos.

6.4.4 Como existem diversas áreas de atuação dentro da atividade aérea, este planejamento permite uma melhor priorização dos meios e recursos. Entretanto, devemos lembrar que este planejamento não deverá ser estático e sim dinâmico, permitindo as atualizações necessárias que por ventura tenham que ser aplicadas.

6.4.5 Levando em consideração um dos princípios do SIPAER que é a mobilização geral em prol da Segurança de Voo, o envolvimento de todos é fundamental para um PPAA bem-sucedido. Todos deverão contribuir, não só para sua confecção, mas também para

sua aplicação.

6.4.6 A Portaria Nº 434-COTER/C Ex, de 15 de abril de 2024, aprovou o Programa de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos do Exército Brasileiro para os anos de 2024 a 2026 (EB70-P-13.001), 1ª Edição.

6.5 FERRAMENTAS PARA A PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS

6.5.1 O SIPAER tem, ao longo de sua existência, desenvolvido diversas atividades e disponibilizado inúmeras ferramentas de prevenção que visam evitar a perda de vidas e os prejuízos materiais causados pelos acidentes, incidentes aeronáuticos e ocorrências de solo na aviação brasileira, sempre na busca do desejável “índice de zero acidente”, conforme prescrito nas NSCA 3-15- Gestão da Segurança de Voo na Aviação Militar.

6.5.2 Devem ser utilizadas as ferramentas concebidas pelo SIPAER, visando à busca dos índices aceitáveis de segurança operacional de voo da aviação nacional.

6.5.3 VISTORIA DE SEGURANÇA DE VOO (VSV)

6.5.3.1 O VSV é uma ferramenta fundamental para a atuação proativa na prevenção de acidentes aeronáuticos. Sua realização permite o diagnóstico da organização, levantando informações sobre os perigos e os riscos latentes do sistema.

6.5.3.2 A VSF tem por finalidade assessorar o Comandante, o Chefe, o Diretor ou o congênere, com a apresentação de um relatório contendo os perigos e as Condições Latentes observadas, bem como as Ações Recomendadas (AR) ou Recomendações de Segurança de Voo (RSV) mitigadoras, buscando fornecer subsídios para a gestão do risco.

6.5.3.3 Dessa forma, recomenda-se a todo Elo-SIPAER que realize, pelo menos, uma VSV em cada setor de sua organização anualmente.

6.5.3.4 A condução da VSV deverá ser efetuada preferencialmente por profissional SIPAER pertencente à própria organização vistoriada, tendo em vista o seu caráter de assessoria ao Chefe ou Diretor. Quando a organização não possuir profissional com formação SIPAER, ou se desejar, poderá solicitar ao CENIPA ou aos Serviços Regionais de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SERIPA) que realize a VSV.

6.5.3.5 Após a realização da Vistoria de Segurança Operacional de Voo, é confeccionado um Relatório de Vistoria de Segurança Operacional de Voo (RVSV) em formulário próprio disponível na página eletrônica do CENIPA.

6.5.4 RELATÓRIO DE PREVENÇÃO (RELPREV)

6.5.4.1 O RELPREV é uma ferramenta do SIPAER utilizada para transcrever um reporte voluntário de uma situação potencial de risco para a segurança operacional de voo dentro de uma organização.

6.5.4.2 Constitui-se no relato de condições de perigo e risco para o desempenho das

atividades operacionais aeronáuticas, ensejando o conhecimento destas por parte do responsável pela segurança operacional de voo da organização e, consequentemente, facilitando a adoção das ações mitigadoras por meio das medidas corretivas adequadas.

6.5.4.3 A informação contida no RELPREV, com a devida preservação da identidade do relator e dos envolvidos, poderá ser divulgada quando os ensinamentos colhidos no processamento deste servirem para a melhoria da Segurança Operacional de Voo.

6.5.4.4 O RELPREV deve ser utilizado somente para relatar situações pertinentes à segurança operacional de voo, sendo proibido o seu uso para outros fins, tais como atos ilícitos e violações.

6.5.4.5 Os RELPREV não afetos à segurança operacional de voo deverão ser descartados pelo elo do SIPAER.

6.5.4.6 É necessário que haja a divulgação das soluções dadas às situações reportadas, com vistas a aumentar a credibilidade e a motivação ao preenchimento do Relatório de Prevenção.

6.5.5 PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DO RISCO OPERACIONAL (PGRO)

6.5.5.1 O PGRO é uma importante ferramenta que identifica riscos a serem observados e mitigados antes do voo.

6.5.5.2 Recomenda-se aos Elos do SIPAER que implementem medidas e processos de identificação de perigos e gerenciamento de riscos nas suas operações, em conformidade com os requisitos previstos no Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional.

6.5.5.3 Com isso em mente, o processo de gestão, como o preconizado pela Organização de Aviação Civil Internacional (OACI), é composto por três etapas:

a) Identificação de ameaças;
b) Avaliação do risco; e
c) Adoção de estratégias de mitigação.

6.6 PROCESSO DE INVESTIGAÇÃO DE OCORRÊNCIA AERONÁUTICA

6.6.1 Embora os integrantes do SIPAAerEx adotem medidas e ações de prevenção de modo constante e ininterrupto, o risco de uma ocorrência aeronáutica nunca pode ser eliminado.

6.6.2 As investigações decorrentes das ocorrências aeronáuticas serão conduzidas por pessoal especializado, devendo sua composição ser adequada às características da ocorrência na eventualidade de acontecerem.

6.6.3 Essas ações têm por objetivo prevenir novas ocorrências, melhorar a segurança - por meio da constatação desses fatores contribuintes e emitir recomendações/determinações de segurança de voo a todos os integrantes do

SIPAAerEx.

- Dessa forma, busca-se evitar que a F Ter volte a sofrer perdas - em vidas humanas e em capacidade operativa - em futuros incidentes/acidentes aeronáuticos com as mesmas características.

6.6.4 Portanto, não é escopo da equipe de investigação de acidentes aeronáuticos apurar responsabilidades individuais ou culpados, aplicar punições disciplinares ou produzir provas para utilização em demandas jurídicas. Se tal desvio de finalidade ocorrer, corre-se o risco de que futuras investigações sejam prejudicadas, reduzindo a capacidade de comandantes e estados-maiores evitarem perdas em operações aéreas.

6.6.5 As ocorrências aeronáuticas envolvendo os SARP Catg 0 não serão investigadas pelo SIPAAerEx, exceto nos casos que, além da ARP, envolvam aeronaves tripuladas ou que um órgão do SIPAAerEx julgue necessário.

6.6.6 Embora não seja instaurada uma investigação SIPAAerEx, os Comandos Militares de Área deverão executar a Identificação dos Fatores Contribuintes de Acidentes na Instrução Militar e no Serviço (IFCA), conforme Diretriz aprovada na Portaria nº 1.166-Cmt Ex, de 27 JUL 18 (EB10-D-06.001). A IFCA visa, exclusivamente, a identificação dos fatores contribuintes para elaboração de ações para prevenir novas ocorrências.

6.6.7 Os Registros de Fatos Contribuintes (RFC), envolvendo ocorrências com SARP, serão encaminhados à Chefia do Preparo e à Chefia de Missões de Paz, Aviação e IGPM do COTER via rede mercúrio, conforme determinado na EB10-D-06.001 - Diretriz para a Identificação de Fatores Contribuintes de Acidentes na Instrução Militar e no Serviço.

6.6.8 A IFCA será desenvolvida paralelamente à sindicância e/ou ao Inquérito Policial Militar relacionado à ocorrência, não havendo nenhuma ligação ou interferência entre eles.

6.6.9 Os militares operadores de SARP envolvidos na ocorrência aeronáutica terão suas atividades de operação com SARP suspensas até o término da IFCA, e somente após cumprirem o programa completo de requalificação para o SARP, sendo submetidos as avaliações previstas no item 2.3.11 da Norma Operacional de Emprego dos Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas - SARP e das ARP não SMEM (EB70-N-13.001).

- O COTER poderá revogar a suspensão caso entenda que os fatores contribuintes não dependeram diretamente do operador.

6.6.10 Em princípio, o operador de SARP Categoria 0 não é um especialista habilitado a participar diretamente do processo de investigação posterior à ação inicial no local do incidente aeronáutico. Entretanto, cabe destacar algumas das ações empreendidas nas etapas da investigação, sob controle do Investigador-Encarregado:

a) Visitar o local da ocorrência;
b) Examinar os destroços da aeronave;
c) Ter acesso às informações obtidas das testemunhas e sugerir possíveis linhas de investigação;
d) Ter pleno acesso a todas as evidências pertinentes assim que possível;

e) Obter cópias de todos os documentos pertinentes;
f) Participar da leitura do material gravado;
g) Participar das atividades de investigação que se realizem fora do local da ocorrência, tais como exames, apresentações técnicas, ensaios e simulações;
h) Participar das reuniões relativas ao progresso da investigação, incluindo os debates relativos a análises, conclusões, fatores contribuintes e recomendações em matéria de segurança; e
i) Apresentar teorias a respeito dos diversos elementos da investigação.

6.7 SISTEMA DE TRÁFEGO AÉREO

6.7.1 As operações dos SARP serão acomodadas no espaço aéreo brasileiro e deverão se adequar às regras e aos sistemas existentes, não recebendo, a priori, nenhum tratamento especial por parte dos Órgãos de Serviço de Tráfego Aéreo.

6.7.2 Dessa forma, em virtude das várias possibilidades de operação, o operador deverá atentar ao estipulado na ICA 100-40 (Aeronaves Não Tripuladas e o Acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro), bem como as demais legislações referentes ao assunto, visando realizar as operações em segurança e de acordo com o preestabelecido com as normas estabelecidas pelo DECEA e seus Órgãos Regionais.

6.7.3 O voo de um SARP deverá manter-se afastado da trajetória de outra aeronave, tripulada ou não, evitando passar à frente, por baixo ou por cima. Não terá, portanto, prioridade no direito de passagem sobre uma aeronave tripulada.

6.7.4 Quando em contato com órgão de controle de tráfego aéreo, a fraseologia a ser empregada deve estar de acordo com o preconizado no Manual do Comando da Aeronáutica MCA 100-16- Fraseologia de Tráfego Aéreo.

6.7.5 Para aumentar a consciência situacional entre controladores de tráfego aéreo e pilotos de outras aeronaves, deverá ser utilizada a expressão RPA, na radiotelefonia, antes do código de chamada da ARP.

6.7.6 A condução do voo de uma ARP deverá ser realizada de tal maneira que siga as regras de voo visual (VFR) ou as regras de voo por instrumentos (IFR), cumprindo critérios e condições estipulados na ICA 100-12 - Regras do Ar. Para os voos VFR, deverão ser fielmente cumpridos os mínimos de visibilidade e distância das nuvens.

6.7.7 O voo noturno somente está autorizado se a ARP possuir as luzes previstas para as aeronaves tripuladas conforme definido no item 4.2.4 - Luzes a serem exibidas pelas aeronaves, da ICA 100-12 - Regras do Ar”, excetuando-se os SARP Catg 0 e 1, operando VLOS e até 400 ft *Above Ground Level(*AGL), aproximadamente 120 m de altura, que deverão possuir luzes que possibilitem ser avistadas à noite, sem necessitar atender os requisitos da aviação tripulada.

6.7.8 No caso de voo noturno em operações na circulação operacional militar, a utilização das luzes durante o voo deverá atender ao previsto na ICA 100-13 - Regras de Tráfego Aéreo para Circulação Operacional Militar.

6.8 NORMAS GERAIS DE SEGURANÇA PARA OPERAÇÃO DO SARP CATG 0

6.8.1 Os militares que integram as OM que operam SARP, em todos os níveis, devem cumprir todos os regulamentos, manuais, normas, programas padrão, padronizações e determinações/recomendações de segurança de voo que regulam e orientam a operação SARP.

6.8.2 As OM que operam SARP devem incentivar os seus integrantes a reportarem condições inseguras e situações de perigo observadas, atendendo os princípios da filosofia SIPAER.

- Este aspecto é altamente relevante para criação e consolidação de uma doutrina de segurança nas operações com SARP, particularmente no âmbito das OM que não têm em suas rotinas operações com vetores aéreos.

6.8.3 As OM que operam SARP devem estabelecer procedimentos semanais para estudo das emergências. Devem, ainda, realizar semestralmente estudo das regras de acesso e de tráfego aéreo para os SARP.

6.8.4 Realizar *briefing* detalhado antes da realização de cada voo, certificando-se que este ocorrerá dentro das regras de acesso ao espaço aéreo.

6.8.5 Estão proibidos voos com distâncias horizontais inferiores a 30 m de pessoas não anuentes ou não envolvidas com a operação.

6.8.6 Em operações que envolvam mais de um vetor aéreo, cumprir as medidas de coordenação e controle definidas pelo escalão enquadrante. Coordenar, ainda, com as tripulações dos meios aéreos tripulados que irão participar das operações.

6.8.7 As OM que operam SARP e que possuam área exclusiva para sua operação, deverão, antes de todas as atividades de decolagem da ARP, realizar a patrulha e a coleta de objetos estranhos nos locais de pouso, decolagem, giros e voos de manutenção a baixa altura, que possam a vir a danificar e/ou contribuir para uma ocorrência aeronáutica. Esses objetos são definidos como ***Foreign Object Debris*** (FOD).

6.8.8 A ARP somente será considerada disponível para o voo quando estiver com sua manutenção em dia com o devido registro e com sua inspeção diária realizada e lançada no *log card*, em documento disponibilizado pelo fabricante ou em documento equivalente padronizado pela AvEx.

6.8.9 As OM que operam SARP deverão aplicar, semestralmente, a todos os operadores prova de operações e limitações da ARP e de tráfego aéreo. É obrigatório o acerto mínimo de 80% dos itens da prova. Caso o operador não atinja o grau mínimo, ficará impedido de operar e deverá realizar uma reciclagem dos conhecimentos técnicos.

6.8.10 Para o atendimento do item **6.8.9,** o CIAvEx será o encarregado de providenciar um banco de questões a ser utilizado pelas diversas OM que operam SARP. A Seção de Operações das OM é a responsável por montar a prova, atendendo às determinações do CIAvEx.

6.8.11 As Fichas de Gestão do Risco (FGR) preenchidas deverão ser arquivadas para futuras consultas, acompanhado do plano de voo.

6.9 NORMAS INDIVIDUAIS DE SEGURANÇA PARA OPERAÇÃO DO SARP CATG 0

6.9.1 Os integrantes da Equipe de Operação SARP devem preparar-se intelectualmente para o desempenho de suas funções e para o cumprimento de suas missões.

6.9.2 Realizar somente ações/operações para as quais esteja devidamente habilitado e utilizar os meios adequados (aeronaves, sensores, equipamentos etc.).

6.9.3 Seguir fielmente os procedimentos previstos nos manuais e normas, sejam eles técnicos ou operacionais para a realização da atividade aérea.

6.9.4 CONDIÇÕES INDIVIDUAIS

- Integrar a Equipe de Operação SARP, realizar tarefas de manutenção e/ou apoio ao voo apenas se todas as condições individuais a seguir forem satisfeitas:

6.9.4.1 Inspeção de saúde de rotina no serviço ativo em dia e cumprimento das restrições nela exaradas.

6.9.4.2 Condições de saúde, físicas e psicológicas, apropriadas. Entende-se condições apropriadas aquelas em que o integrante da equipe de operação SARP não se encontre com nenhuma doença, debilidade física ou quadro psicológico diferente daqueles em que foi inspecionado pela equipe de saúde. Em qualquer tempo, ao serem percebidas condições fisiológicas e psicológicas inapropriadas relacionadas a qualquer operador de SARP que possam prejudicar a segurança da operação ou manutenção, o Cmt da OM deverá ser informado. Tais condições podem ser observadas pelo próprio militar, por seus superiores, seus pares ou pelos demais integrantes da equipe de operação SARP. Nesta situação, o Cmt da OM poderá submeter o militar à avaliação de profissional de saúde (médico e/ou psicólogo).

6.9.4.3 Não fazer uso de substâncias psicoativas ou medicamentos incompatíveis com a atividade aérea. Caso contrário, o militar só poderá ser liberado para retornar à atividade aérea por médico.

6.9.4.4 Não ter consumido bebida alcoólica em período inferior a 12 (doze) horas anteriores ao horário de início da operação do SARP e, mesmo respeitando este prazo, estar livre da influência do álcool. Para este fim, entenda-se por “horário de início da operação” o momento do *briefing*.

6.9.4.5 Utilizar os equipamentos de proteção individual apropriados durante a execução das ações/operações relacionadas com a atividade de operação SARP (voo, apoio ao solo, manutenção etc.) ou quando sob o efeito das mesmas.

6.9.5 É proibido fumar no interior dos hangares, instalações e contêineres onde são armazenados os materiais dos SARP, próximo à estação de solo e das antenas e durante a operação do SARP.

6.9.6 É obrigatório o preenchimento da Ficha de Gerenciamento de Risco (FGR) para todos os voos, devendo o grau de risco ser divulgado aos integrantes da Equipe de Operação do SARP e ao Comandante imediato. A ficha atualizada está disponível na intranet do COTER.

6.9.7 Nas OM que não possuem uma Seção de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAA), as FGR deverão ser arquivadas na Seção de Operações da Unidade.

6.9.8 Em tempos de paz, não está autorizada a realização de voo em qualquer condição que não se enquadre na operação normal, ou que extrapole algum parâmetro do envelope de voo, independente do motivo, bem como voos realizados fora do volume delimitado para a operação da ARP.

6.9.9 Todas as intervenções de manutenção realizadas, bem como as inspeções pré-voo, intervoo e pós-voo deverão ser lançadas no *log card* da ARP, em outro documento disponibilizado pelo fabricante ou em documento equivalente padronizado pela Aviação do Exército.

6.9.10 O Oficial de Prevenção de Acidentes da OM será o responsável pelas atividades de prevenção relacionadas ao SARP descritas nesta norma. Tal responsabilidade é aplicável aos SARP SMEM e ARP não SMEM.

CAPÍTULO VII

PREPARAÇÃO E PROCEDIMENTOS RELACIONADOS AO VOO E AO EQUIPAMENTO

7.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

7.1.1 As táticas, as técnicas e os procedimentos são fundamentais para garantir que cada voo seja executado com precisão e segurança.

- Antes do voo, o planejamento cuidadoso da missão, a verificação meticulosa do equipamento, a análise das condições meteorológicas e a conformidade regulatória são essenciais para preparar o terreno para uma operação bem-sucedida.

7.1.2 Durante o voo, o monitoramento contínuo dos instrumentos, a comunicação eficaz com a equipe de apoio e a capacidade de adaptação a condições variáveis são críticos para manter o controle e responder prontamente a quaisquer emergências ou alterações nas condições operacionais.

7.1.3 Após o voo, o pós-processamento dos dados coletados, a manutenção do equipamento e a revisão dos procedimentos realizados são etapas cruciais para assegurar a qualidade dos resultados, prolongar a vida útil dos equipamentos e aprimorar continuamente os protocolos operacionais.

7.2 MEDIDAS DE SEGURANÇA RELACIONADAS AO VOO E AO EQUIPAMENTO.

7.2.1 Antes de cada missão, deverá ser realizado o preparo do material, *briefing* de segurança (meteorologia, manobras e plano de voo, principalmente) e o pedido no SARPAS para se obter a permissão de utilização do espaço aéreo.

7.2.2 É crucial o conhecimento e a avaliação constante das condições meteorológicas, conforme apresentado no Capítulo V, deste Manual Técnico. Dessa forma, é possível manter o controle e a segurança do espaço aéreo, como também, a preservação do material empregado.

7.2.3 Durante a operação da aeronave, é indispensável o conhecimento sobre as leis e os regulamentos vigentes que amparam a utilização do equipamento, conforme o Capítulo II, deste Manual Técnico.

7.2.4 Durante a missão, deverá ser realizada a coordenação via rádio entre as turmas SARP envolvidas. Especial atenção deverá ser dada ao nível de bateria da ARP.

7.2.5 Após a ação no objetivo, a manutenção da ARP e a recarga ou troca de baterias deverá ser a prioridade.

7.3 PLANEJAMENTO DE VOO

7.3.1 As tarefas das missões são recebidas pelo escalão superior e passadas ao Cmt da Fração. Este, por sua vez, verifica as necessidades do emprego da ARP em prol do cumprimento da missão.

- O Operador SARP e Observador identificam e assessoram quanto ao melhor emprego do MEM, indicando:

a) Localização mais adequada para o Operador (junto a qual fração/Vtr);
b) Modo de abordagem e QAN da ARP;
c) Possibilidades de detecção e engajamento Anti-SARP pela F Adv;
d) Possibilidades e limitações da transmissão em tempo real das imagens;
e) Previsão de tempo em voo e sugestão de melhores momentos para decolagem.

7.3.2 A Equipe durante as operações da aeronave remotamente pilotada deverá ter conhecimento de todas as informações necessárias ao planejamento do voo, como também, conhecimento dos manuais de manobras e de operação do equipamento.

7.3.3 OS REQUISITOS A SEGUIR DEVEM SER OBSERVADOS DURANTE O PLANEJAMENTO E O EMPREGO DO EQUIPAMENTO:

a) condições meteorológicas (Capítulo V deste CI) dos locais de lançamentos e pousos próximos das áreas e da rota a ser voada;
d) estudo do terreno e, consequentemente, sua adequada utilização a fim de propiciar que seja devidamente aproveitado em seu emprego.
b) cálculo adequado da autonomia (bateria) prevista para o voo;
c) disponibilidade de horas de voo dos equipamentos (capacidade de todas as baterias disponíveis);
d) *payloads* determinadas a cumprir um objetivo específico, conforme a necessidade da missão (SFC);
e) o local designado para o retorno da *Return to Home* (ARP) deve ser afastado das posições amigas, evitando que forças inimigas obtenham a posição exata das forças amigas;
f) limitações da área de emprego da ARP;
g) NOTAM delimitando a área de voo (SFC);
h) coordenações para evitar prejuízos na operação e acidentes com aeronaves tripuladas;
i) coordenação com os órgãos de tráfego aéreo;
j) em operações noturnas, as ARP preferencialmente devem ser preparadas, ofuscando ou tapando qualquer sinal de luz que a aeronave emita; e
k) possibilidades e limitações dos meios anti-SARP do inimigo, dispostos no terreno.

7.4 PREPARAÇÃO DA CARGA ÚTIL

7.4.1 A escolha da carga útil (*payload*) deve ser meticulosamente alinhada com as necessidades da missão. É essencial selecionar os sensores adequados, para que tenha uma finalidade específica, como também, uma maior durabilidade do tempo de voo, sem possuir acessórios que não sejam utilizados.

7.4.2 PREPARAÇÃO PARA O VOO

- Antes do voo, é fundamental garantir que a carga útil seja instalada e configurada corretamente na ARP. Incluindo a verificação se todos os sistemas estão funcionando e que a carga útil está firmemente fixada e conectada realizando a transmissão de dados ao sistema de controle remoto.

7.4.3 PLANEJAMENTO DE MISSÃO

- Ao planejar a missão, é vital definir quais cargas úteis serão necessárias e garantir que estejam alinhadas com os objetivos pretendidos.

7.4.4 AJUSTES DINÂMICOS

- Durante a missão, pode ser necessário ajustar ou redefinir a carga útil com base nas condições em tempo real, os novos objetivos e ordens que possam surgir.
- Isso exige uma comunicação eficaz entre os operadores e os comandantes das frações.

7.4.5 SITUAÇÕES DE CONTINGÊNCIA

- O planejamento deve incluir procedimentos de contingência para eventuais falhas na carga útil ou mudanças inesperadas durante a operação. É necessário estar preparado para tomar decisões rápidas e adequadas para a situação.

7.5 PROCEDIMENTOS ANTES DO VOO

7.5.1 Os procedimentos a serem realizados incluem, também, a parte de planejamento e carga útil, conforme item **7.3** e item **7.4**, deste capítulo.

7.5.2 Os procedimentos que devem ser executados antes do voo de um sistema de aeronaves não tripuladas incluem várias etapas, a saber:

7.5.2.1 Inspeção e Manutenção:

- A ARP somente será considerada disponível para o voo quando estiver com sua manutenção em dia e com a devida inspeção diária realizada.
- Com o propósito de auxiliar a conferência do SARP Catg 0 antes do voo, o Anexo “B” deste CI traz os *checklists* apoiar a realização desta tarefa.

7.5.2.2 *Briefing* Detalhado:

- Depois de realizado o planejamento, a inspeção e a tomada as decisões referentes às cargas utilizadas, devemos realizar um *briefing* detalhado da missão, definindo os parâmetros da operação, para que todos integrantes envolvidos no voo saibam agir de forma coerente, de modo a não comprometer os objetivos pré-estabelecidos, mantendo o sigilo ou sendo decisivo em cada tomada de decisão, mesmo em situações de contingência.

7.5.2.3 Avaliação de Riscos:

- Realizar uma avaliação de risco para identificar potenciais perigos e desenvolver estratégias de mitigação.

7.5.2.4 Avaliação das Condições Meteorológicas:

- Realizar a verificação das condições meteorológicas para que a aeronave esteja dentro dos limites aceitáveis para a operação.

7.5.2.5 Preparação da Documentação:

- Preparar toda documentação necessária para o voo, como a Deliberação de Voo (SARPAS), *Checklist* e Certidão de Registro da Aeronave.

7.6 PROCEDIMENTOS DURANTE O VOO

7.6.1 Durante o uso da ARP, a equipe responsável deve estar em constante monitoramento para manter um voo seguro e eficiente, sem colocar em risco a integridade da aeronave e o êxito da missão, atentando-se às condições e à situação do campo de batalha.

7.6.2 Deve-se aproveitar cada voo para levantar o máximo de informações. A seguir estão descritos os aspectos e os possíveis aproveitamentos da aeronave durante o voo:

7.6.2.1 Monitoramento do Voo

- A equipe SARP (principalmente o operador) deve acompanhar os parâmetros do *drone*, como altitude, trajetória, velocidade, *status* da bateria, sigilo e sinais de comunicação. Sendo possível, deverá prevenir e corrigir os problemas técnicos, bem como, também, tomar diferentes decisões (SFC).

7.6.2.2 Avaliação Constante do Espaço Aéreo

- Independentemente do voo realizado, podendo ser diurno ou noturno, o operador deve realizar uma constante revisão do espaço aéreo e as condições de voo, atentando para a velocidade e a direção do vento, modos de voo, desgaste das baterias, tempo e rota de retraimento, caminhos desenfiados e possibilidades de pousos em locais diferentes da decolagem, sem que comprometa a segurança da tropa, do material e dos dados coletados.

7.6.3 Coleta de dados

- Para manter uma consciência situacional, um compartilhamento de informações e um banco de dados sobre as técnicas, as táticas e os dispositivos inimigos, é importante o registro de imagens e vídeos conforme o determinado para a missão de voo, garantindo que os dados sejam processados e transmitidos em tempo real ou quase em tempo real, e permitindo, assim, a tomada de novas decisões para os próximos planejamentos.

7.6.4 Identificação de alvos

- O SARP, com seus dispositivos de câmera visual e termográfica, é altamente eficiente para a identificação e aquisição de alvos. Durante o voo, a aeronave é capaz de detectar, reconhecer e identificar facilmente os alvos, como tropas, viaturas e armamentos, podendo transmitir em tempo real as informações para auxiliar as tomadas de decisões.

7.6.5 Manutenção da Consciência Situacional

- Manter a consciência situacional sobre o ambiente operacional, incluindo a localização de forças amigas e inimigas, condições meteorológicas, desdobramento e movimento das tropas inimigas, possíveis emboscadas, eixos de progressão, trabalhos de OT e outros fatores que possam impactar a missão.

7.7 PROCEDIMENTOS APÓS O VOO

7.7.1 ANÁLISE PÓS-AÇÃO

- Após a missão, conduza uma análise pós-ação (APA), a fim de contribuir para a solução de problemas comuns de emprego da aeronave, revisando a execução do voo e identificando as lições aprendidas, e ajustando futuros planejamentos, conforme necessário.

7.7.2 REVISÃO CONSTANTE

- Revise principalmente os procedimentos operacionais e as táticas utilizadas durante a missão, verificando se o planejamento inicial foi executado, com a finalidade de melhorar a forma de emprego e assim realizar operações mais eficientes, que atinja os objetivos impostos.

7.7.3 INSPEÇÃO DO MATERIAL

- Quando a ARP estiver sobre o solo novamente, deve-se verificar o estado físico geral do equipamento. Com o propósito de auxiliar a inspeção do SARP Catg 0 após do voo, o Anexo “B” deste CI traz o *checklist* necessário para a realização desta tarefa. Por sua vez, o Anexo “C” apresenta um modelo de Relatório de Missão de Voo.

7.7.4 ANÁLISE DE DADOS

- Salve e analise os dados ou as imagens capturadas para manter a consciência situacional, realizar estudos a respeito do inimigo e novas linhas de ações. Imediatamente após a realização do voo, deve ser feito o “filtro” no que for de interesse da tropa apoiada e o envio dos dados por meio de rede segura.

7.7.5 Os procedimentos descritos acima são essenciais para garantir que o *drone* continue a operar de forma eficaz e segura, além de contribuir para o aprendizado e a melhoria contínua das operações.

7.8 TÉCNICA DE VOO

7.8.1 O multicóptero ou multirrotor é um dos tipos mais populares de projeto de aeronaves não tripuladas. Essa configuração usa múltiplos rotores para fornecer sustentação, em vez de usar um único rotor como fonte de sustentação, assim como ocorre em um helicóptero convencional. O multirrotor é capaz de controlar a direção e o sentido do voo, com o ajuste da velocidade de rotação de cada um dos rotores de forma independente, resultando em tração e em torque diferenciais.

7.8.2 A principal vantagem do multirrotor é que ele mantém a capacidade de decolagem vertical e de voo pairado (estacionário) de um helicóptero, mas com a simplicidade mecânica de um avião. O uso de múltiplos rotores elimina a necessidade de um mecanismo de rotor complexo encontrado em um helicóptero.

7.8.3 A classificação de multirrotores pode se basear no número e na disposição dos rotores, podendo ser múltiplos rotores (multirrotores), monorrotores, rotores coaxiais (tandem rotor), rotores lado a lado (transverse rotor) e rotores sincronizáveis (*intermeshing*).
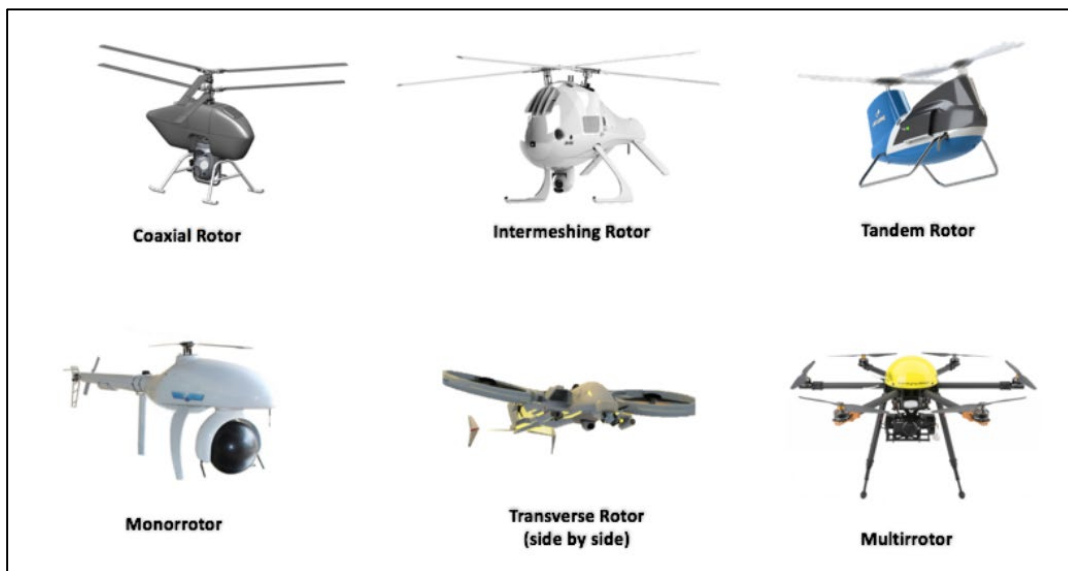
Fig 7-1- Classificação dos multirrotores.

7.8.4 A maioria dos multirrotores usa 4, 6 ou 8 rotores, que podem ser dispostos em várias configurações.

7.8.5 CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS

7.8.5.1 Presença de Rotores

7.8.5.1.1 Diferentemente da aeronave não tripulada de asa fixa, no multirrotor, ocorre uma integração de funções no rotor. São as hélices que transformam a força de rotação do motor em tração, sendo a tração a força propulsiva da aeronave. Nas aeronaves de asa fixa, a tração atua ao longo do seu eixo longitudinal e, na maioria das aeronaves de asas rotativas, incluindo os multirrotores, a tração é orientada de acordo com a operação que se deseja.

7.8.5.1.2 O rotor é responsável não apenas pela sustentação, mas também pelo controle longitudinal (*pitch*), lateral (*roll*) e vertical.

7.8.5.1.3 Com os rotores em movimento, há a necessidade de equilíbrio do torque remanescente, pois, uma vez que a transmissão é mecânica, o rotor girando num determinado sentido impõe um torque remanescente à fuselagem, que tende a girar a aeronave no sentido contrário.

- Para equilibrar essa força, em um multirrotor com configuração convencional, a metade dos rotores gira em sentido horário (*Clockwise*- CW) e a outra metade dos rotores gira em sentido anti-horário (*Counterclockwise*- CCW).
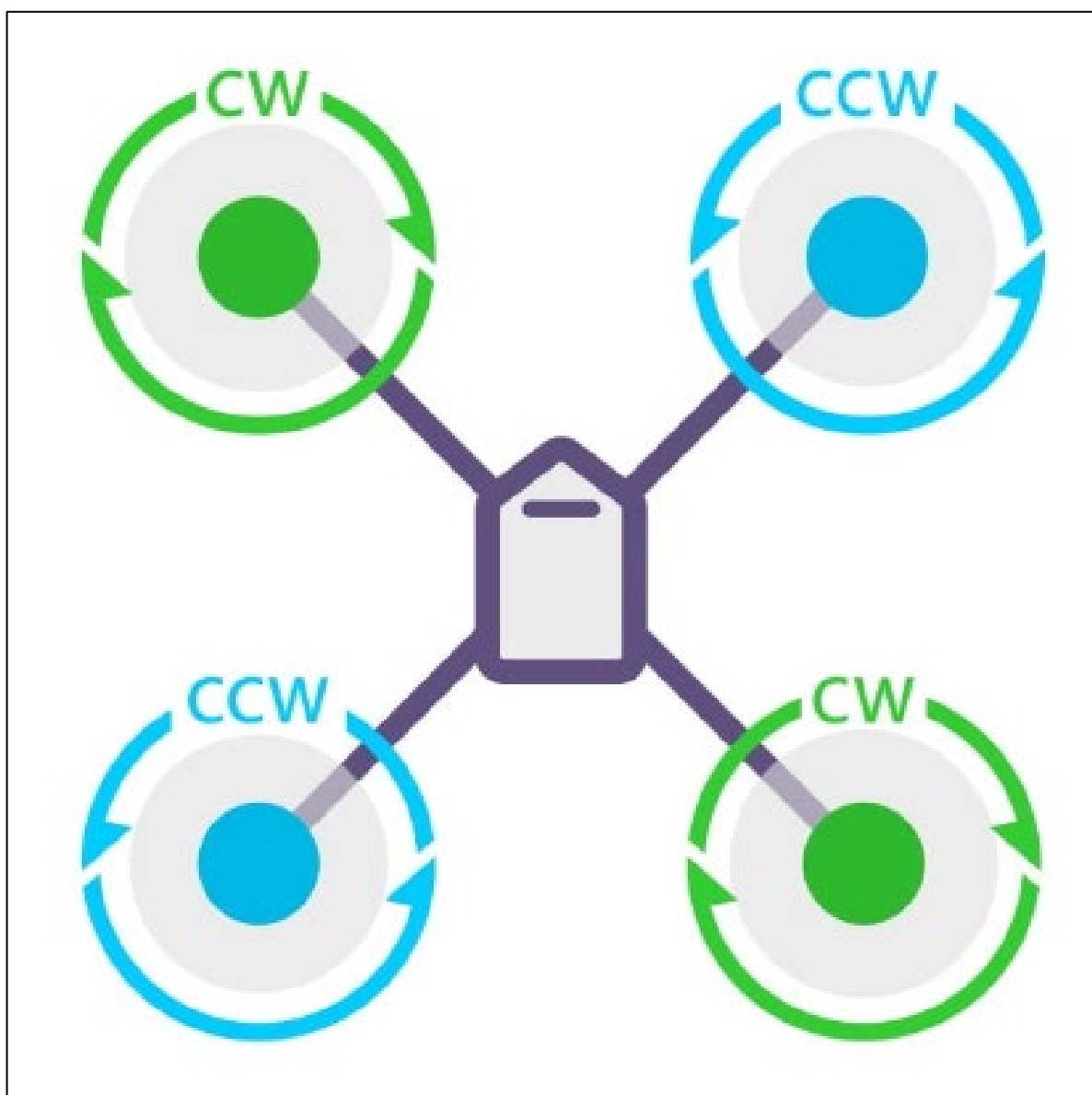
Fig 7-2- Equilíbrio de forças dos rotores.

7.8.5.1.4 Para exercer o controle direcional (*yaw*), é aplicada uma variação de velocidade de rotação de parte dos rotores a fim de que se consiga mudar a direção de voo do multirrotor.

7.8.5.2 Voo Estabilizado Eletronicamente

7.8.5.2.1 Quem opera com a grande maioria dos multirrotores disponíveis é responsável por parte dos efeitos da aplicação dos comandos de voo, pois a controladora de voo processa informações advindas dos sensores instalados e faz compensações para que o voo seja o mais estável possível.

7.8.5.2.2 O controle remoto é o principal componente do SARP, pois tem a função de processar os sinais de entrada e gerar saídas adequadas. Todavia, em alguns momentos, pode servir apenas como extensão entre a interface equipamento/operador sem realização de processamento.

7.8.5.2.3 A função básica desempenhada pelo controle remoto são aqueles referentes à mudança de velocidade, direção e altitude do ARP. Para isso, o operador agirá nos controles correspondentes:

- YAW (eixo vertical);
- ROLL (eixo longitudinal); e
- PITCH (eixo lateral).

7.8.5.2.4 A maioria das placas controladoras do ARP tem a capacidade de processar comandos primários de voo, mas também dados obtidos de sensores auxiliares incorporados em seu próprio circuito ou no ambiente externo, como os sinais de GPS.

7.8.5.2.5 Dessa forma, não somente os comandos oriundos da estação de pilotagem remota (controle/rádio) ditarão a velocidade dos rotores, pois a controladora vai conseguir estabilizar a aeronave baseando-se no cruzamento dos dados provenientes dos sensores disponíveis e vai conseguir interferir em cada motor separadamente, tornando, dessa forma, a pilotagem muito mais simples.

7.8.5.3 Ausência De Piloto A Bordo

7.8.5.3.1 As aeronaves não tripuladas se constituem em um desafio, pois o piloto não estando a bordo para a aplicação de comandos de voo e, também, para desenvolver as ações do processo de gerenciamento do risco e de tomada de decisão, que ocorrerá de forma remota, requer a mudança nos modelos de pilotagem até aqui definidos e consagrados na aviação.

7.8.5.3.2 A aplicação de comandos realizada à distância torna diferenciada a condição do piloto remoto, requerendo garantias dos sistemas que envolvam a telemetria, importante elo de contato do piloto com a aeronave a ser voada. A qualidade da telemetria é um fator crítico que influencia a consciência situacional do piloto remoto.

7.8.5.3.3 A telemetria é a tecnologia voltada ao monitoramento, medição e/ou rastreamento de objetos por meio de dados enviados via comunicação sem fio ou cabeada a uma central de controle. Nas aeronaves não tripuladas, a telemetria é responsável pela troca de dados vitais para a navegação, como intensidade do sinal de radiofrequência, quantidade de satélites captados pelo receptor GNSS, carga da bateria (autonomia), atitude/altura de voo, velocidade, direção, dentre outros.

7.8.6 CONTROLES NOS EIXOS

7.8.6.1 O controle completo da posição e da atitude de um corpo no espaço requer o controle das forças e momentos em torno de todos os três eixos, ou seja, envolve seis controles independentes.

7.8.6.2 Se o corpo se desloca para um lado, uma força deve ser exercida para retorná-lo à posição original e, da mesma maneira, se ele rola para um lado, um momento deve ser exercido para corrigir sua posição.

7.8.6.3 Seria extremamente complicado, todavia, para o operador coordenar os comandos de qualquer máquina com seis controles independentes. Felizmente, é possível reduzir este número pelo acoplamento desses controles, de modo que, quatro controles independentes são adequados para um multirrotor. São eles: vertical, direcional, lateral e longitudinal.

7.8.6.4 Controle Vertical

- O controle vertical é necessário para fixar a posição do multirrotor na direção vertical. É obtido aumentando ou diminuindo a rotação de todos os motores por meio da variação da potência (comando de *throttle*) e, consequentemente, a tração em todas as configurações de multirrotores.

7.8.6.5 Controle Direcional

7.8.6.5.1 O controle direcional estabelece a atitude do multirrotor em torno do eixo vertical, permitindo ao piloto remoto posicioná-lo em qualquer direção horizontal. Os métodos para a obtenção desse controle variam de acordo com a configuração do multirrotor.

7.8.6.5.2 O controle do multirrotor sobre o eixo de vertical (*yaw*) é conseguido aplicando-se velocidades diferentes de rotação nos conjuntos de rotores que giram em sentido horário (CW) e anti-horário (CCW).

- O resultado é um torque diferencial no sentido horário ou anti-horário (dependendo do seu sentido de giro), resultando na movimentação do multirrotor no seu eixo de guinada.
- A tração resultante permanecerá a mesma, uma vez que a diminuição da tração em um conjunto de rotores (CW ou CCW) ocorrerá com consecutivo aumento da tração no outro conjunto.

7.8.6.6 Controle Lateral

7.8.6.6.1 O controle lateral resulta tanto em uma inclinação como em um movimento lateral do multirrotor.

- De fato, quando o piloto remoto aplica o comando lateral, um momento de rolamento é produzido em torno do Centro de Gravidade (CG) da aeronave que a faz inclinar e, como consequência, uma componente da tração do rotor age nessa direção.

7.8.6.6.2 O controle do multirrotor sobre o eixo longitudinal (*roll*) é conseguido pelo

aumento da velocidade de rotação do rotor em um lado e a diminuição da velocidade de rotação do rotor no outro lado. Dessa forma, produz-se o efeito de aumentar a tração em um lado e de diminuir no outro, criando um torque diferencial que gira a aeronave em torno do eixo longitudinal (rolamento).

7.8.6.6.3 Além disso, uma vez que os rotores, de cada lado (direito e esquerdo) da aeronave, giram em sentido horário (CW) e em sentido anti-horário (CCW) a mesma velocidade de rotação está sendo imposta aos mesmos, portanto os conjuntos de rotores (direito ou esquerdo) se equalizam no campo direcional.

- O efeito resultante é um movimento de rolamento lateral aplicado na aeronave.

7.8.6.7 Controle Longitudinal

- O controle longitudinal, por natureza, é idêntico ao controle lateral. Os momentos de arfagem são acoplados às forças longitudinais.
- Os rotores dianteiros giram a uma velocidade diferente dos rotores traseiros, criando uma tração diferencial que gira a aeronave em torno de seu eixo lateral (*pitch*).
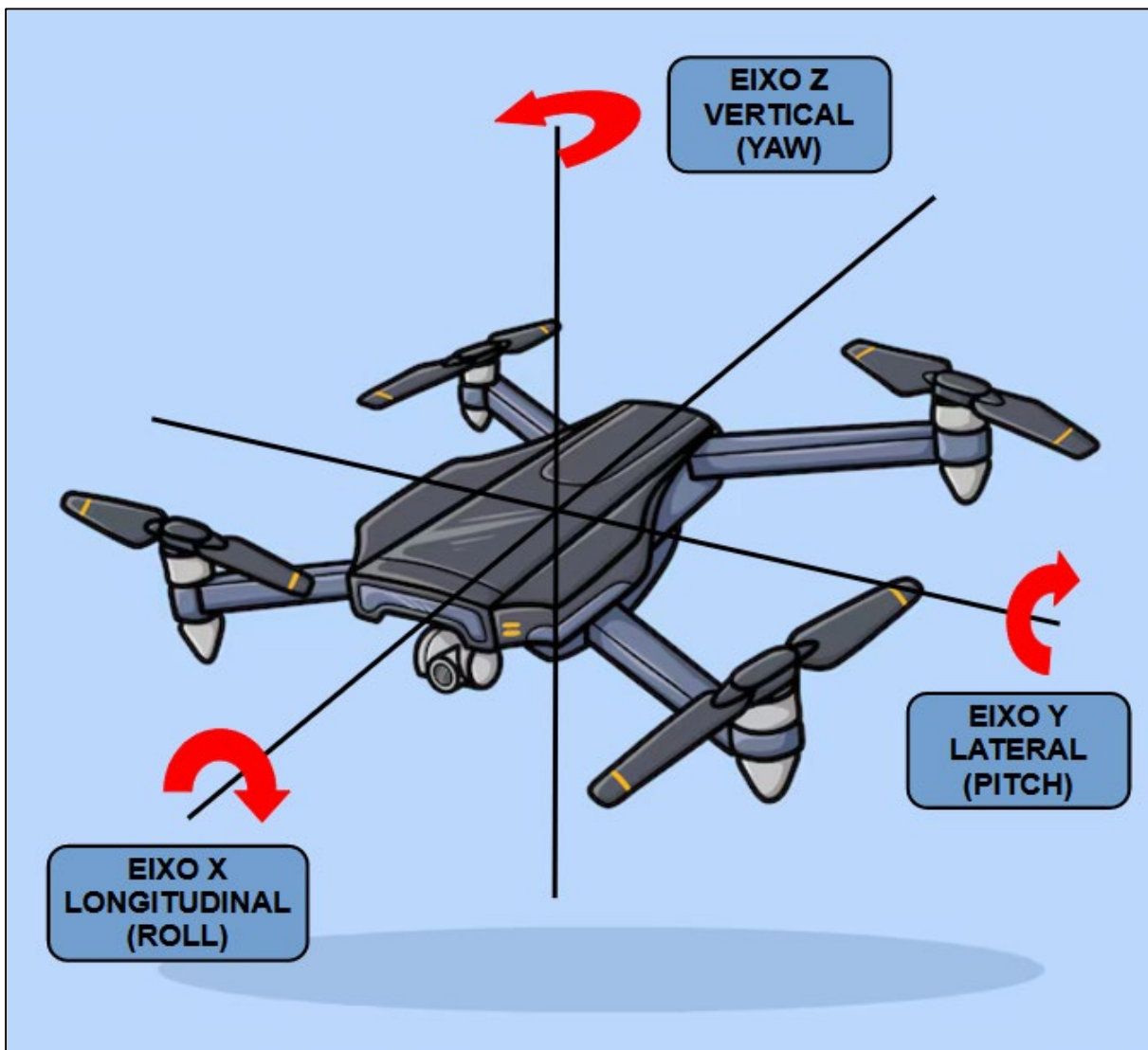
Fig 7-3- Controle nos eixos.

7.8.7 ASPECTOS AERODINÂMICOS

7.8.7.1 Quando se fala em aspectos aerodinâmicos de um multirrotor, busca-se essencialmente conhecer as condições aerodinâmicas gerais de voo que afetam essas aeronaves.

7.8.7.2 Ao contrário de helicópteros, nos multirrotores todos os movimentos são gerados através de mudanças coordenadas nas velocidades de rotação dos rotores.

7.8.7.2 A partir da diferença de rotação dos rotores, uma série de resultados podem ser observados com resultado no voo dos multirrotores.
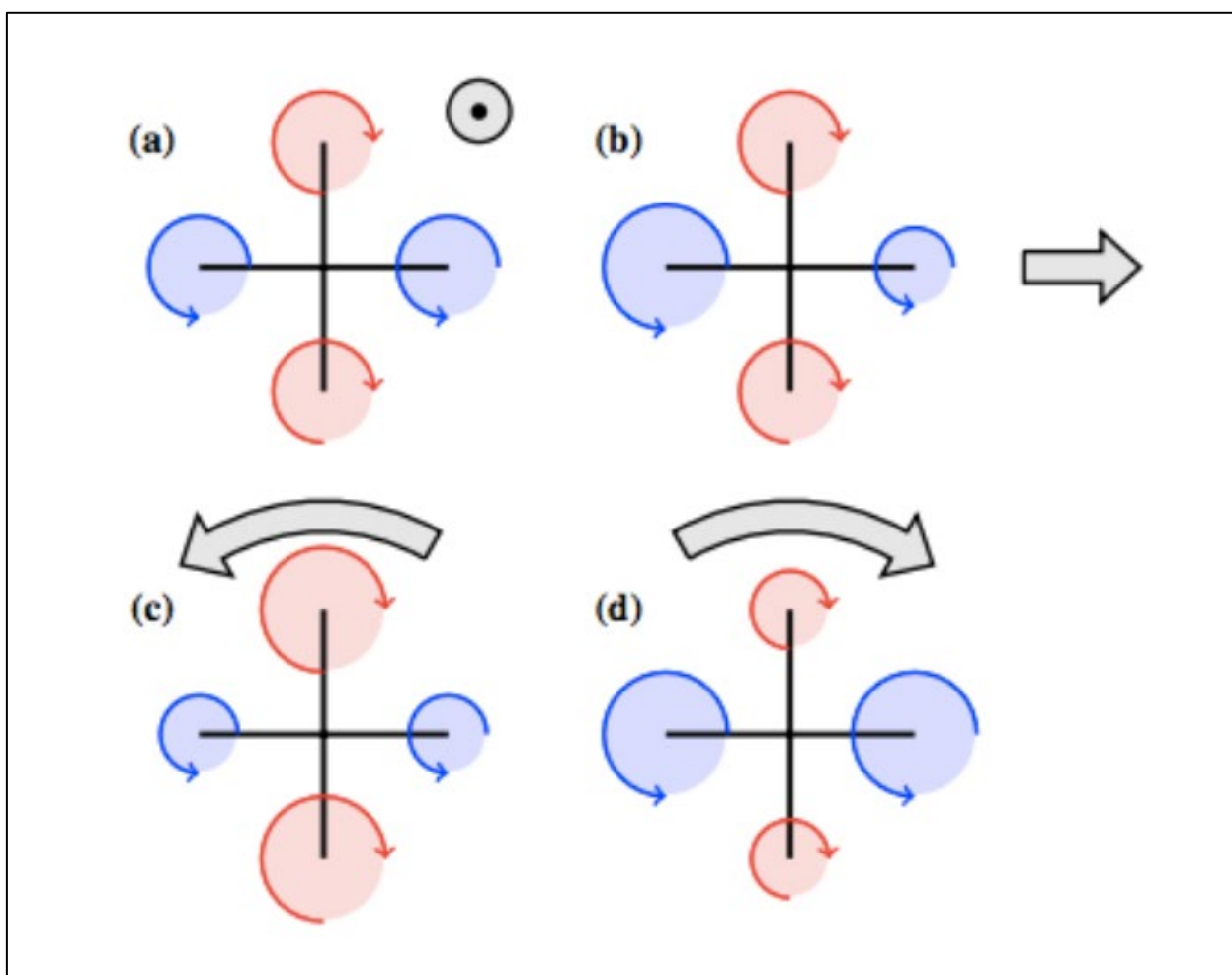
Fig 7-4- Aspectos aerodinâmicos

Legenda:
(a) Forças em equilíbrio (ARP pairado)
(b) Desequilíbrio entre rotores opostos (translação)
(c) e (d) Desequilíbrio em pares alternados (giro em YAW)

7.8.7.3 Voo Pairado

7.8.7.3.1 Tipo de voo no qual o multirrotor se encontra imóvel em relação a um ponto. Também, diz-se que o multirrotor em voo pairado está “hoverando”.

- O voo pairado é aquele em que a aeronave está em repouso em relação à massa de ar, ou seja, a velocidade do vento em relação ao multirrotor é nula.

7.8.7.3.2 No pairado, existem três grandes forças verticais que, na realidade, resumem-se a duas, que são iguais, porém em sentido contrário.

- São elas: Sustentação (L) e Peso (W), que é acrescido da terceira força que é o Arrasto de Fuselagem.
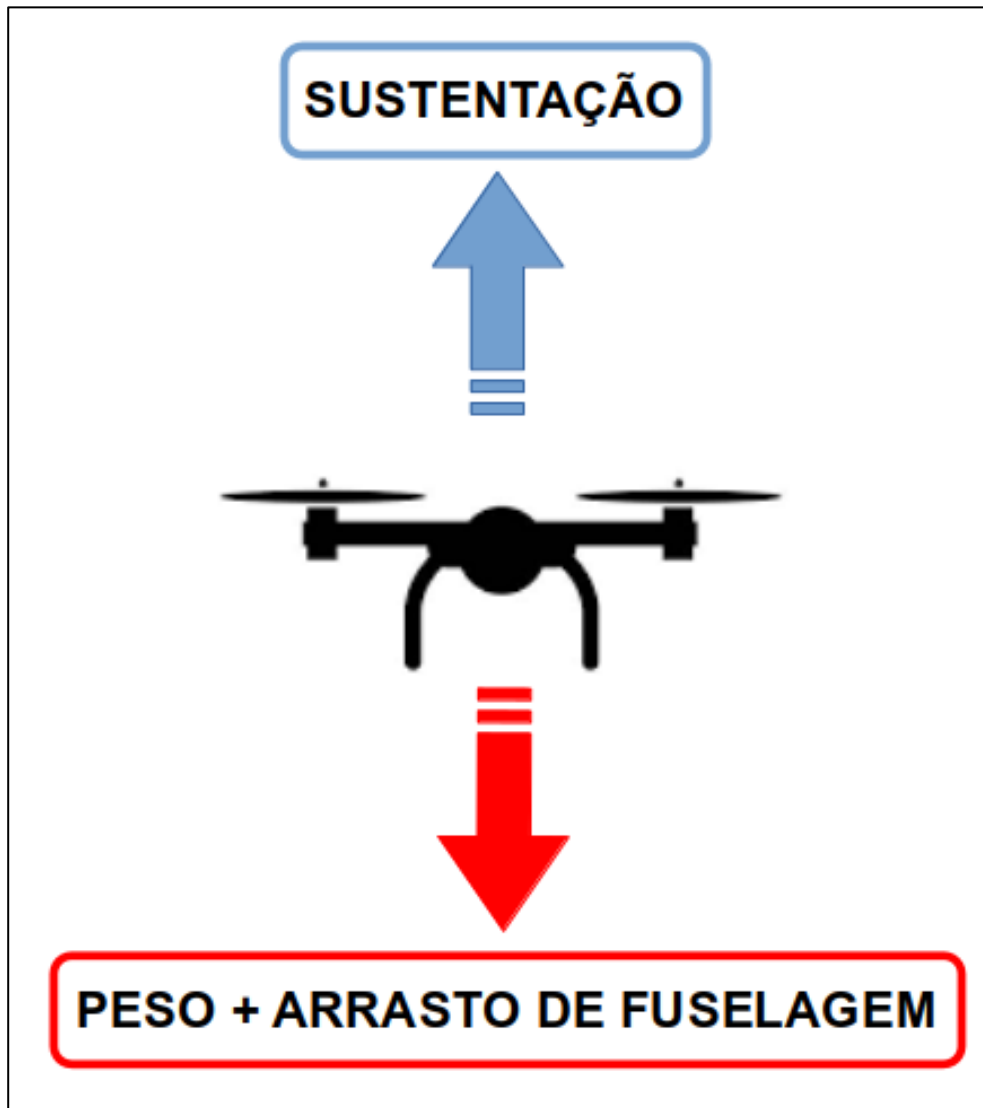
Fig 7-5- Voo pairado.

7.8.7.4 Arrasto de Fuselagem

- É o arrasto provocado pelo ar jogado para baixo pelos rotores, que vai de encontro à fuselagem.
- É uma força perpendicular ao vento relativo, portanto uma força vertical e em sentido contrário à sustentação.
- É um dos fatores que limitam o teto máximo no voo pairado, sendo uma característica deste tipo de voo.
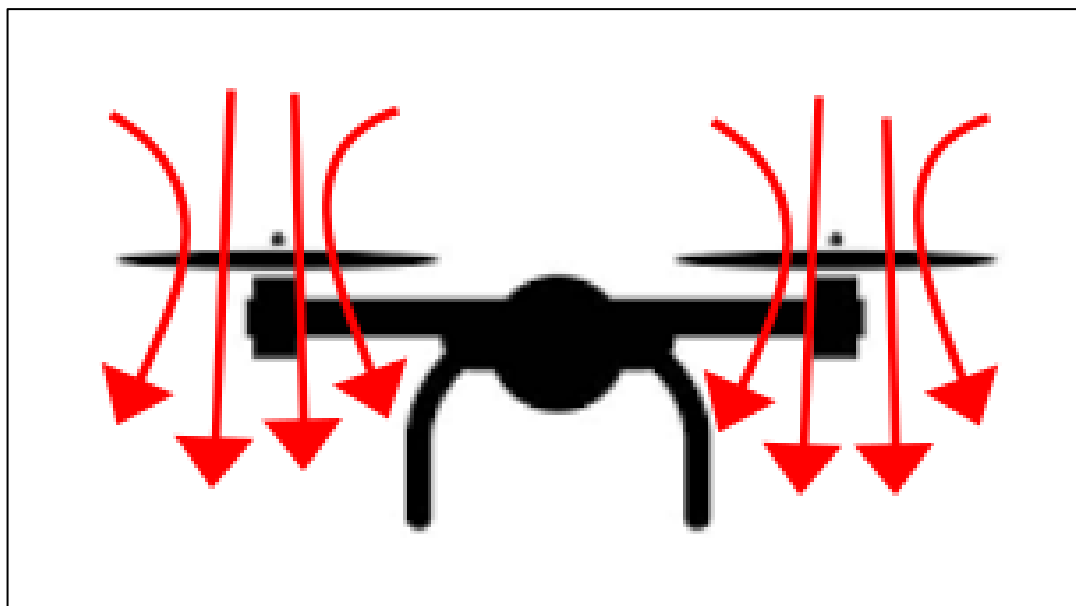
Fig 7-6- Arrasto de fuselagem.

7.8.7.5 Efeito de Cone

7.8.7.5.1 A formação do efeito de cone é fruto da força de sustentação no rotor, combinada com a força inercial centrífuga. A primeira faz com que as pás se desloquem para cima. Já a segunda exerce uma força que faz com que as pás tendam a se alinhar com o plano do disco.

- Nesse efeito, as pás do rotor fletem mesmo em voo estacionário.

7.8.7.5.2 Esta flexão decorre de um fenômeno conhecido como conicidade ou efeito de cone. Esse efeito é agravado em curvas ou manobras bruscas, peso excessivo, fatores que aumentam consideravelmente o fator de carga. A diminuição da velocidade de rotação dos rotores acentua o efeito de cone.
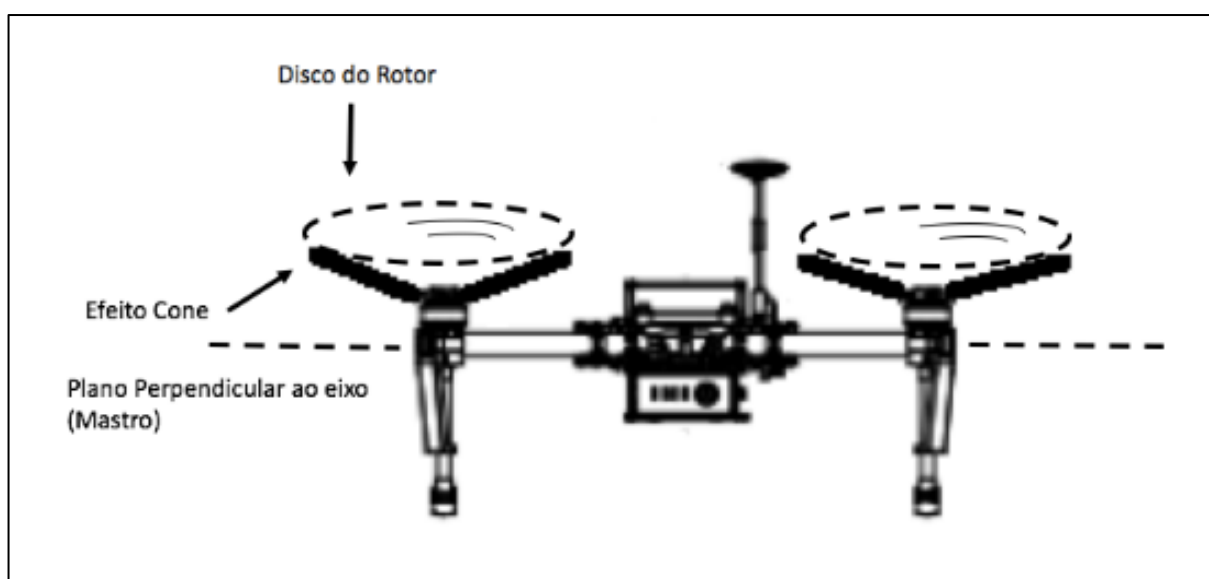
Fig 7-7- Efeito de cone.

7.8.7.6 Efeito de Solo

7.8.7.6.1 A partir do momento em que o voo pairado é realizado próximo ao solo, a esteira a seguir do rotor deixa de ser livre e ocorrem fenômenos que alteram a potência necessária para esse tipo de voo.

7.8.7.6.2 O Efeito de Solo é o ganho extra de sustentação que a aeronave adquire, sendo máximo quando se encontra no voo pairado até uma altura máxima de metade do diâmetro do rotor.

7.8.7.6.3 É uma consequência do ar comprimido (alta pressão) pelo rotor contra o solo, formando um colchão de ar a seguir da área de cone, com base na aplicação da Terceira Lei de Newton.
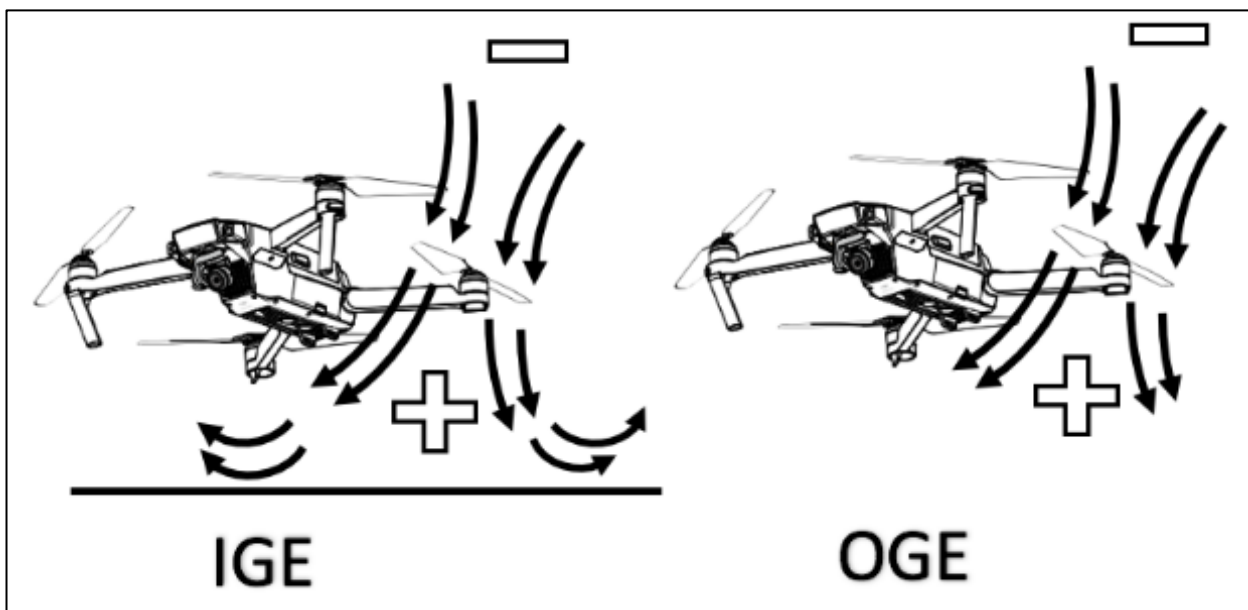
Fig 7-8- Efeito de solo.

7.8.7.6.4 O tipo de terreno também é de grande importância, pois quanto mais consistente e plano for o terreno, maior a quantidade de ar defletida (para cima e para fora) aumentando a sua eficiência, perdendo-a em grama, capim alto e água.

- Ao sair dos parâmetros do efeito de solo, a pressão positiva (alta), a seguir de área do cone, dissipa-se rapidamente. Dentro do Efeito de Solo é conhecido internacionalmente pela sigla *In Ground Efect* (IGE) e Fora do Efeito de Solo pela sigla Out Ground Efect (OGE).

7.8.7.7 Voo De Translação

7.8.7.7.1 Em voo de translação, o rotor funciona, ao mesmo tempo, como uma hélice e como uma asa. Funcionando como hélice, ele acelera a massa de ar que o atravessa (fluxo de ar perpendicular ao disco do rotor).

- Funcionando como asa, ele provoca a deflexão do fluxo de ar. As características do voo do multirrotor mudam totalmente a frente ou a translação durante o voo.

7.8.7.7.2 Com o aumento da velocidade à frente, a eficiência do sistema de sustentação é incrementada por causa do aumento da velocidade horizontal do ar provocada pelo aumento da velocidade do vento relativo ou da aeronave.

7.8.7.7.3 Quando o fluxo de ar do rotor aumenta a sua velocidade, as turbulências e vórtices característicos do voo pairado começam a diminuir, sendo lançados para trás e o fluxo de ar, até agora vertical, começa a ser cada vez mais horizontal. Todas essas alterações melhoram a eficiência do rotor e o desempenho geral do multirrotor.

7.8.7.7.4 Devido à maneira com a qual emprega as asas, o multirrotor pode fazer três tipos de voo, que são:

a) o pairado (sem movimento em relação ao solo),
b) o vertical (sustentação maior que o peso) e
c) o horizontal (tração maior que o arrasto).
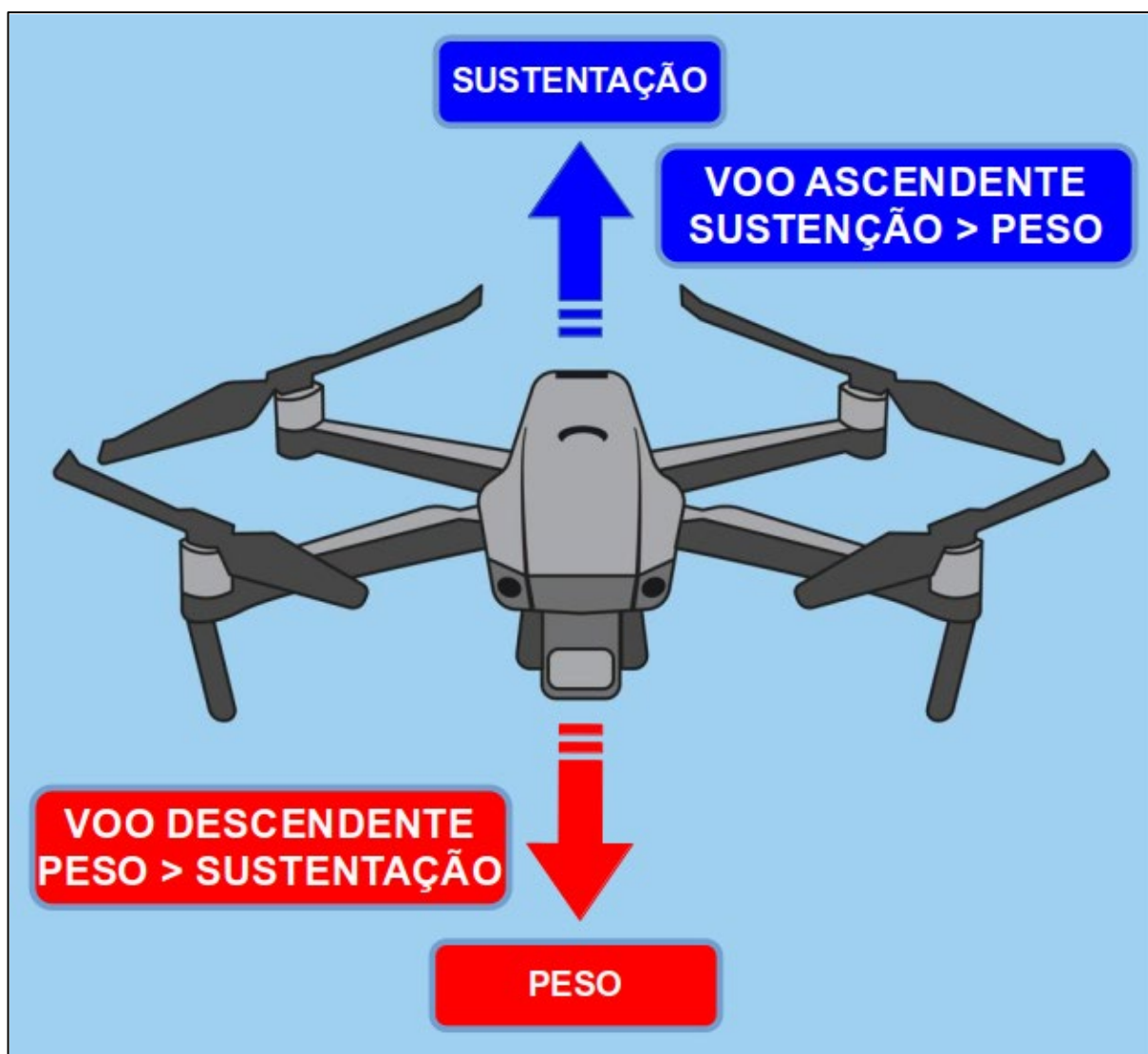
Fig 7-9- Voo de translação.

7.8.7.8 Voo Vertical

- Com o multirrotor no pairado, posiciona-se o comando de *Throttle* para a posição *Up*, alterando a velocidade de rotação de todos os rotores de um multirrotor convencional, tendo-se uma maior ou menor sustentação, com o *Throttle* em *Up* a sustentação fica maior que o peso fazendo a aeronave subir.

7.8.7.9 Voo Horizontal

7.8.7.9.1 Nas aeronaves de asa fixa, a força de tração é obtida da força provocada pela hélice, puxando o ar para trás. Nas aeronaves de asas rotativas, a tração é obtida pela inclinação do vetor sustentação que decompõe com o peso, fato muito mais complexo e que gera várias outras forças.
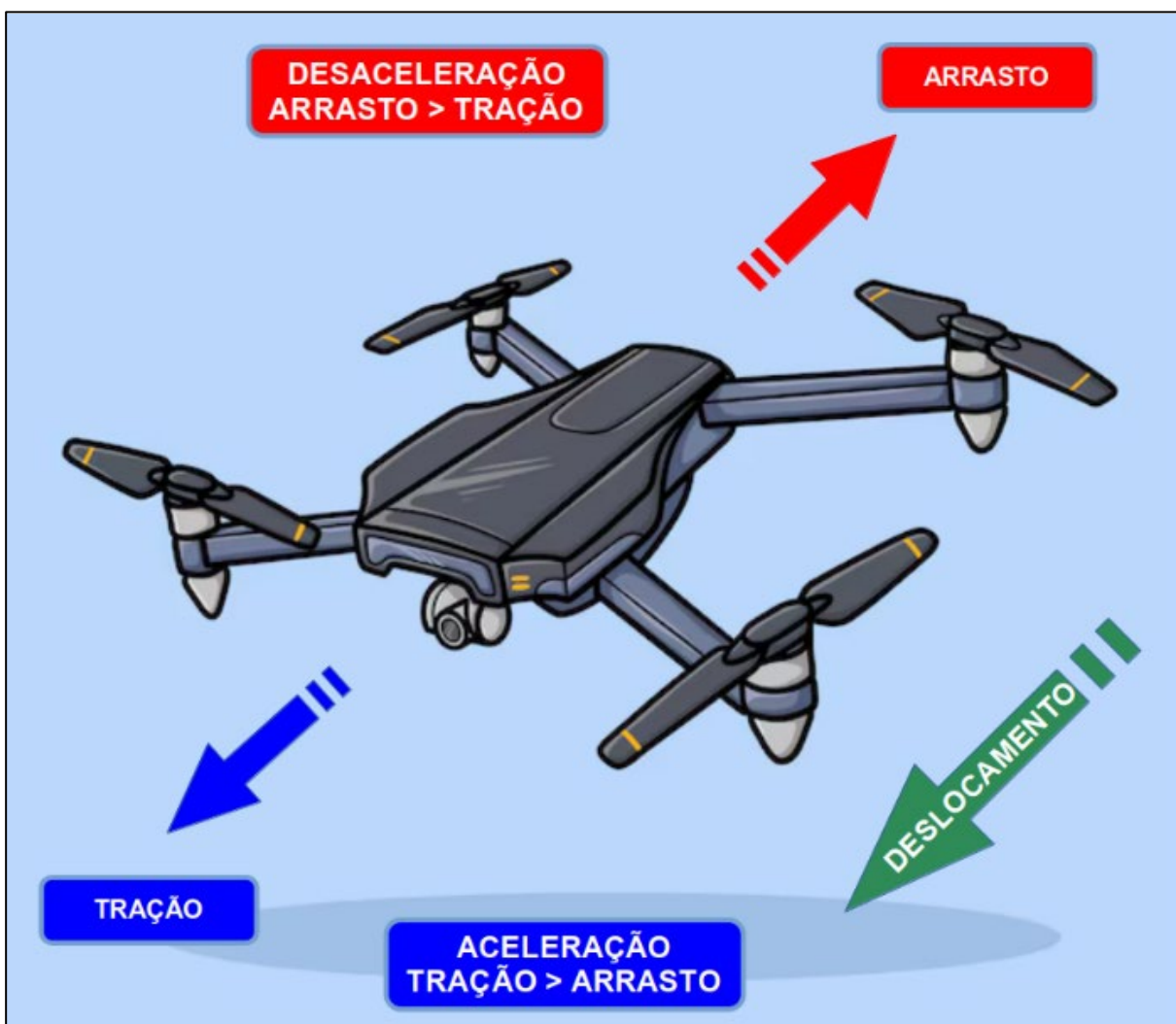
Fig 7-10- Voo horizontal.

7.8.7.9.2 Com a decomposição da sustentação em duas forças, uma vertical e outra inclinada na direção da metade mais baixa do plano de rotação, sendo que é desta combinação de forças (peso e sustentação) que surgirá a força de tração,que é uma força na horizontal, portanto mesma direção e sentido contrário ao vento relativo.

7.8.7.9.3 Ao aparecer a tração, tem-se o aparecimento do efeito pendular, pois a fuselagem do multirrotor tem a tendência de inclinar-se no mesmo sentido do plano de rotação.

7.8.7.9.4 O aumento da velocidade horizontal do multirrotor faz com que surja o efeito de batimento das pás. Este efeito também pode ocorrer devido a correntes de vento, já que estas também gerariam uma mudança na velocidade relativa do ar vista pelos rotores.

7.8.7.10 Efeito Pendular

7.8.7.10.1 Nas aeronaves de asas rotativas o CP (Centro de Pressão) fica muito acima do Centro de Gravidade (CG). Quando um desses centros é deslocado, cria uma tendência para que o CG se alinhe com a força de sustentação, iniciando um movimento pendular. É o movimento lateral ou longitudinal característico das aeronaves de asas rotativas.

7.8.7.10.2 Surge por causa da inércia da fuselagem em acompanhar o movimento de inclinação do plano de rotação e pelo efeito da rigidez giroscópica que tende a manter um corpo em seu momento de equilíbrio, fazendo com que o mastro tenha a tendência de alinhar-se perpendicularmente ao plano de rotação.

- A partir da inclinação do eixo de rotação, haverá um esforço no mastro no sentido de acompanhar o eixo de rotação. A essa tendência do eixo do mastro chamamos efeito de pêndulo.

Fig 7-11- Efeito pendular.

7.8.7.11 Dissimetria de Sustentação

7.8.7.11.1 A dissimetria de sustentação ocorre quando o rotor se desloca em relação à massa de ar. No voo pairado (estacionário), o rotor não se desloca em relação à massa de ar.

7.8.7.11.2 Portanto, todas as pás dos rotores estão sujeitas à mesma velocidade. No voo pairado, todas as pás dos rotores fornecem a mesma força de sustentação, em qualquer posição dos discos dos rotores.

7.8.7.11.3 Com o rotor deslocando-se, em relação à massa de ar, a pá que avança tem sua velocidade aumentada.

- A pá que recua, por sua vez, tem a sua velocidade diminuída. Com o deslocamento do multirrotor, a pá que avança fornece mais sustentação do que a pá que recua.
- Essa dissimetria de sustentação causa um momento de rolamento aplicado sobre cada rotor do multirrotor, de valor crescente com a velocidade de deslocamento à frente, que tende a fazê-lo cabrar, tornando-o ingovernável.
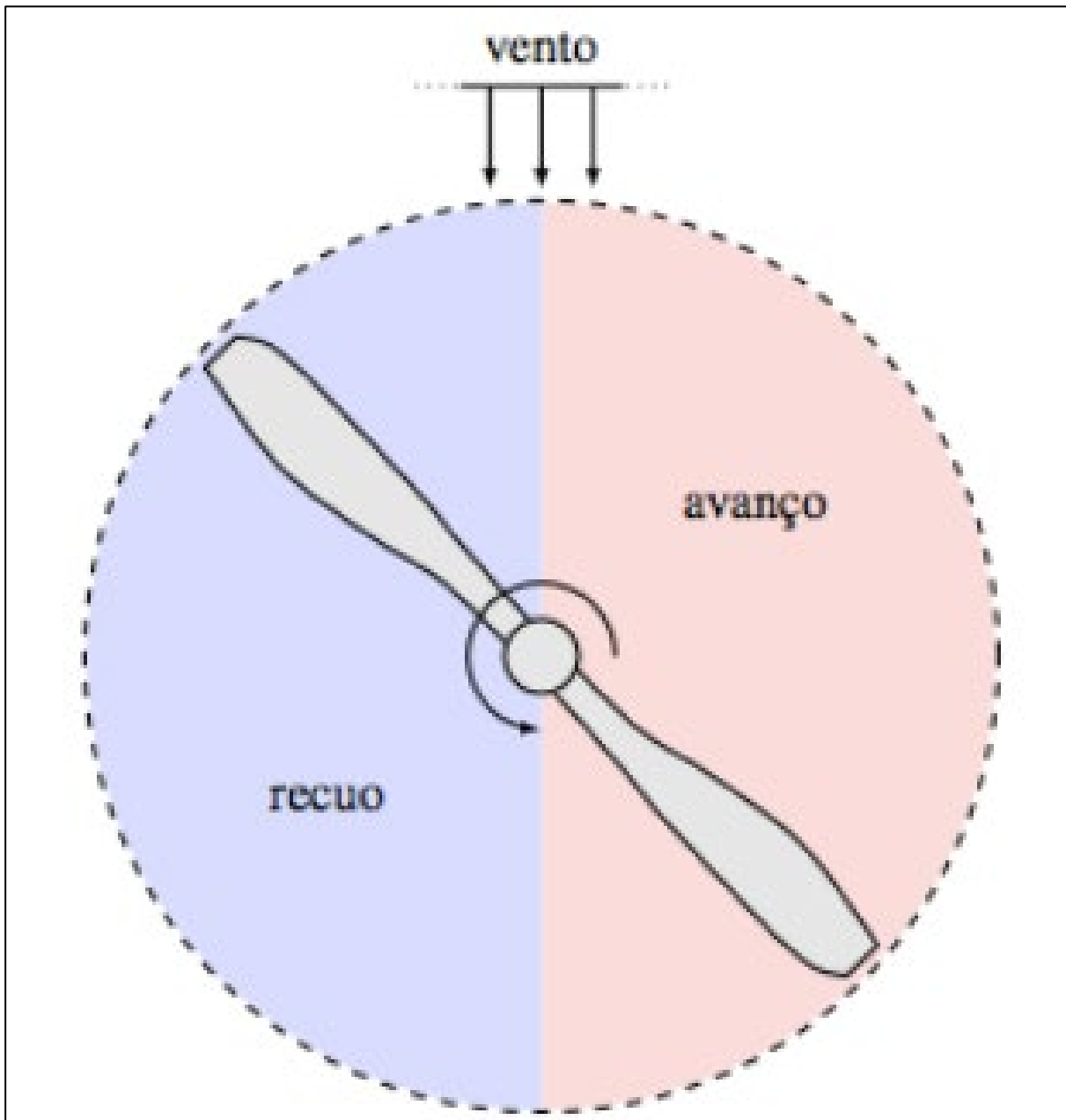
Fig 7-12- Dissimetria de sustentação 1.

7.8.7.11.4 A dissimetria de sustentação gerada pelas pás do rotor faz com que surja um torque.

- Esse torque gera também um deslocamento no plano do rotor. No entanto, este

desbalanceamento faz com que as pás do rotor dobrem, inclinando o plano de rotação, ocorrendo o que é chamado de batimento das pás. De fato, as pás do rotor oscilam para cima e para baixo uma vez por rotação.

7.8.7.11.5 A dissimetria de sustentação foi o fato que mais problemas trouxe para o desenvolvimento das aeronaves de asas rotativas, sendo somente resolvida por Juan de La Cierva na década de 20.

- Dissimetria de Sustentação ou Efeito Translacional é a desigualdade de sustentação entre a metade direita do plano de rotação (pá que avança) e a metade esquerda (pá que recua).
- Essa desigualdade se deve à velocidade do ar que passa sobre as pás (velocidade aerodinâmica).
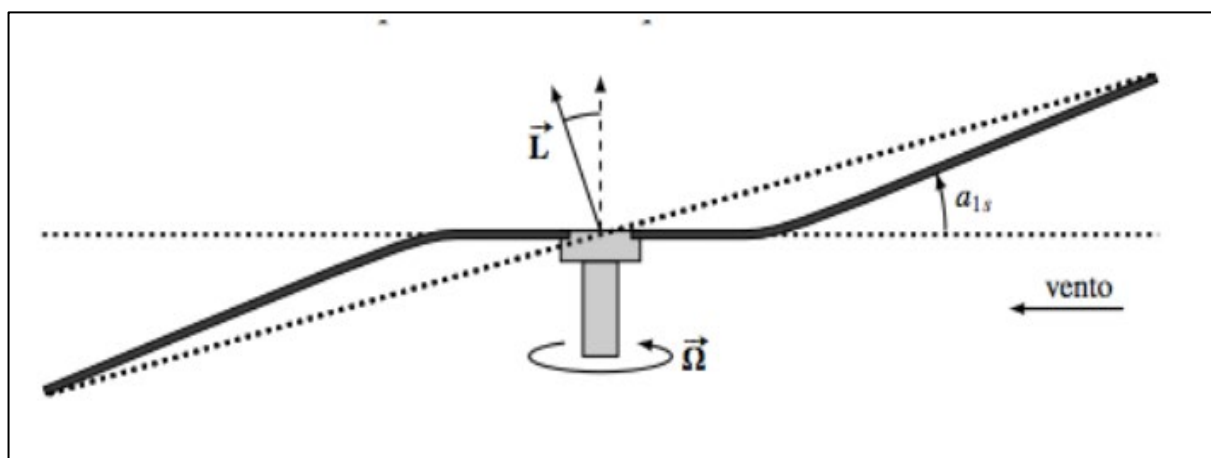
Fig 7-13- Dissimetria de sustentação 2.

7.8.7.11.6 Em helicópteros há técnicas para mitigar o efeito da dissimetria de sustentação.

- Um exemplo é a variação independente do passo das pás do rotor, com o objetivo de controlar o ângulo de ataque individualmente e equilibrar a sustentação.
- Como a maioria das pás dos rotores dos multirrotores não são articuladas, não é possível implementar esta estratégia para todas as aeronaves.

7.8.7.11.7 A pá que avança tem uma velocidade aerodinâmica maior que a pá que recua, sendo a sustentação igual à massa de ar que passa por um aerofólio na unidade de tempo.

- Manifesta-se no início do deslocamento (no voo pairado, sem vento, a velocidade aerodinâmica das pás é igual nas metades do plano de rotação).

7.8.7.11.8 Porém, quando é iniciado o deslocamento, a pá que avança terá maior sustentação em relação a que recua, embora a velocidade de rotação do rotor seja a mesma, a velocidade aerodinâmica é maior na pá que avança.

7.8.7.12 Anel De Vórtice (*Vortex Ring State*)

7.8.7.12.1 Caracteriza-se pelo turbilhonamento do ar causado pela passagem no perfil chegando a criar um anel de vórtice em toda a área da pá, quando se perde toda a sustentação, que resultará em um afundamento violento do multirrotor.

7.8.7.12.2 A partir de velocidades de descida maiores do que um quarto da velocidade induzida no voo pairado, o rotor começa a operar dentro de sua própria esteira de ar turbilhonado.

- Problemas como perda de controle e perda de sustentação podem vir a ocorrer nesta condição.

7.8.7.12.3 Os valores de rampa de aproximação e de velocidade de descida limites para evitar a região de anéis de vórtice são diferentes para cada tipo de multirrotor. Assim, esses valores variam com o peso e a altitude.

7.8.7.12.4 Quanto menor o peso e menor a altitude-densidade, maior deve ser o cuidado por parte do piloto remoto, pois esse fenômeno do vórtice acontecerá com velocidade de descida menor.

- No caso de entrada inadvertida na região de vórtice, recomenda-se, o mais breve possível, o aumento da velocidade à frente, como meio mais efetivo de sair dessa situação perigosa.
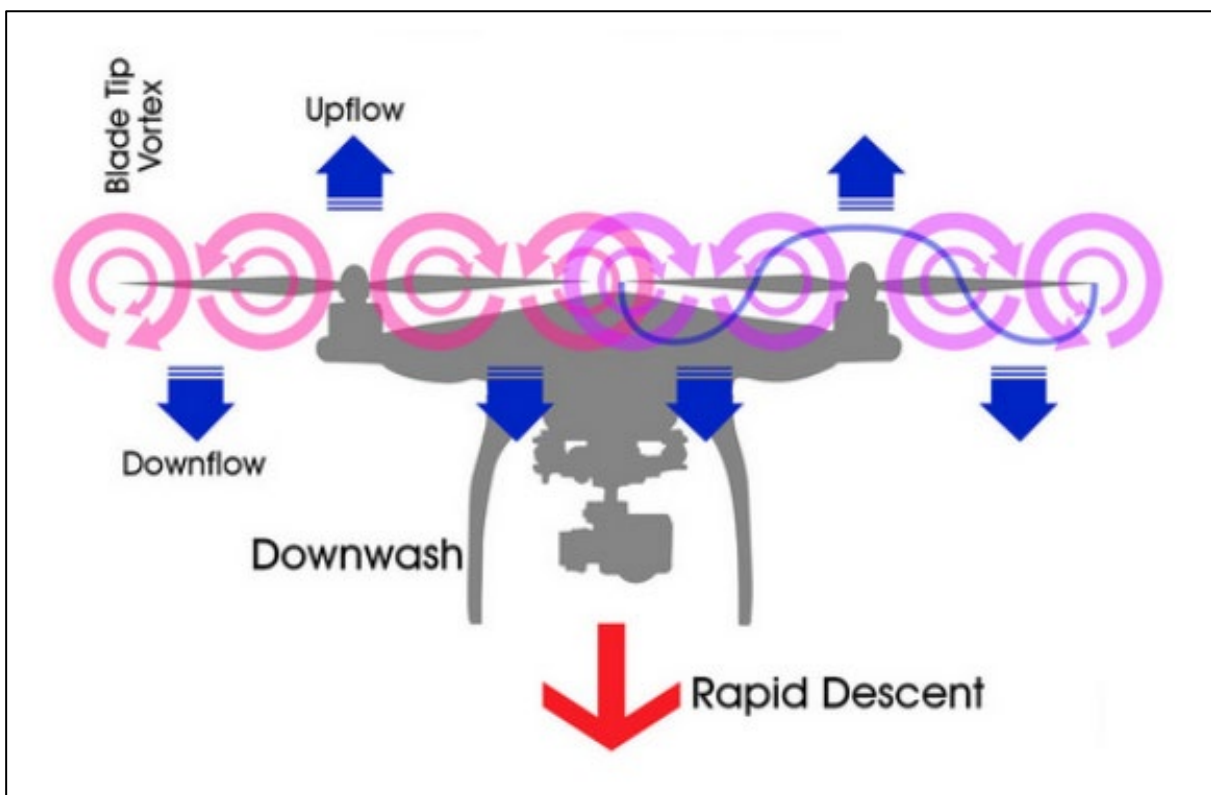
Fig 7-14- Anel de vórtice.

7.8.7.13 FATOR DE CARGA

7.8.7.13.1 Relação entre uma carga específica e o peso total de aeronave. A carga específica é expressa em termos de forças aerodinâmicas, forças de inércia ou reações do solo ou da água.

- O fator de carga varia na razão direta do cosseno do ângulo da inclinação da curva ou manobra de uma aeronave, de tal forma que no voo retilíneo horizontal o fator de carga será igual a 1 G (uma gravidade).

7.8.7.13.2 Esse aumento de peso dá-se pelo aparecimento de mais uma força que vai atuar sobre a fuselagem, puxando-a para fora do centro do movimento curvilíneo, sendo denominada de força centrífuga.

- O aparecimento desta nova força acarretará uma diminuição na amplitude do disco, diminuindo ainda mais a sustentação.
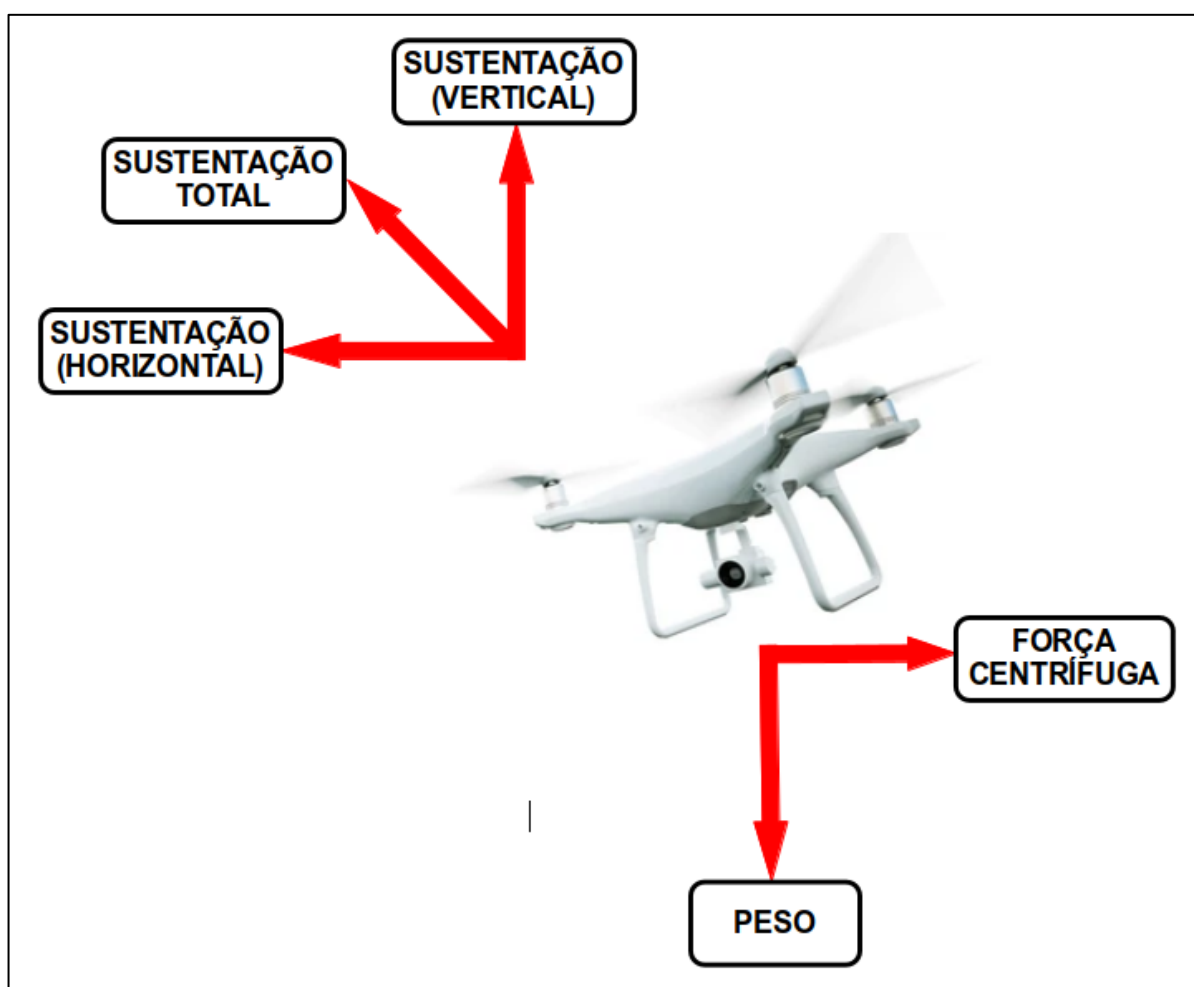
Fig 7-15- Fator de carga.

7.8.7.14 Rolamento Dinâmico

7.8.7.14.1 Em voo, grandes inclinações laterais do multirrotor não são muito preocupantes, porém, até os ângulos moderados de inclinação lateral podem ser

desastrosos e serem suficientes para tombar o multirrotor no solo.

7.8.7.14.2 O rolamento dinâmico ocorre tipicamente quando o ângulo de rolamento crítico é excedido.

- Este ângulo, conhecido como ângulo de rolamento dinâmico, é definido como a inclinação máxima além da qual a autoridade de comando do piloto remoto não é capaz de segurar a velocidade angular que se desenvolve lateralmente em torno de um ponto de pivô como o trem de pouso.

7.8.7.14.3 O voo lateral, próximo ao solo e com a presença de obstáculos, se constitui em condição ideal para o surgimento do rolamento dinâmico e o consequente tombamento do multirrotor.

- Identificado o perigo, o piloto remoto deve estar alerta e tomar medidas preventivas para assegurar que o multirrotor não entre nessa condição.
- Entretanto, ele deve, da mesma forma, saber o que fazer caso se observe, por alguma razão, este fenômeno.

Fig 7-16- Rolamento dinâmico.

7.8.8 COMANDOS DE VOO

7.8.8.1 Com o objetivo de gerar as forças e os momentos necessários para o controle do multirrotor, o piloto remoto atua em determinados comandos com o uso da mão direita e da mão esquerda. Os comandos de voo estão situados na estação de pilotagem remota.

7.8.8.2 Os multirrotores, com configuração convencional, estarão equipados com dois comandos principais de voo, um localizado à esquerda do controle e o outro localizado à direita.

- A aplicação desses comandos pelo piloto remoto, isoladamente ou em conjunto, resultarão nas mudanças de *pitch*, *roll*, *yaw* e de deslocamento vertical da aeronave.
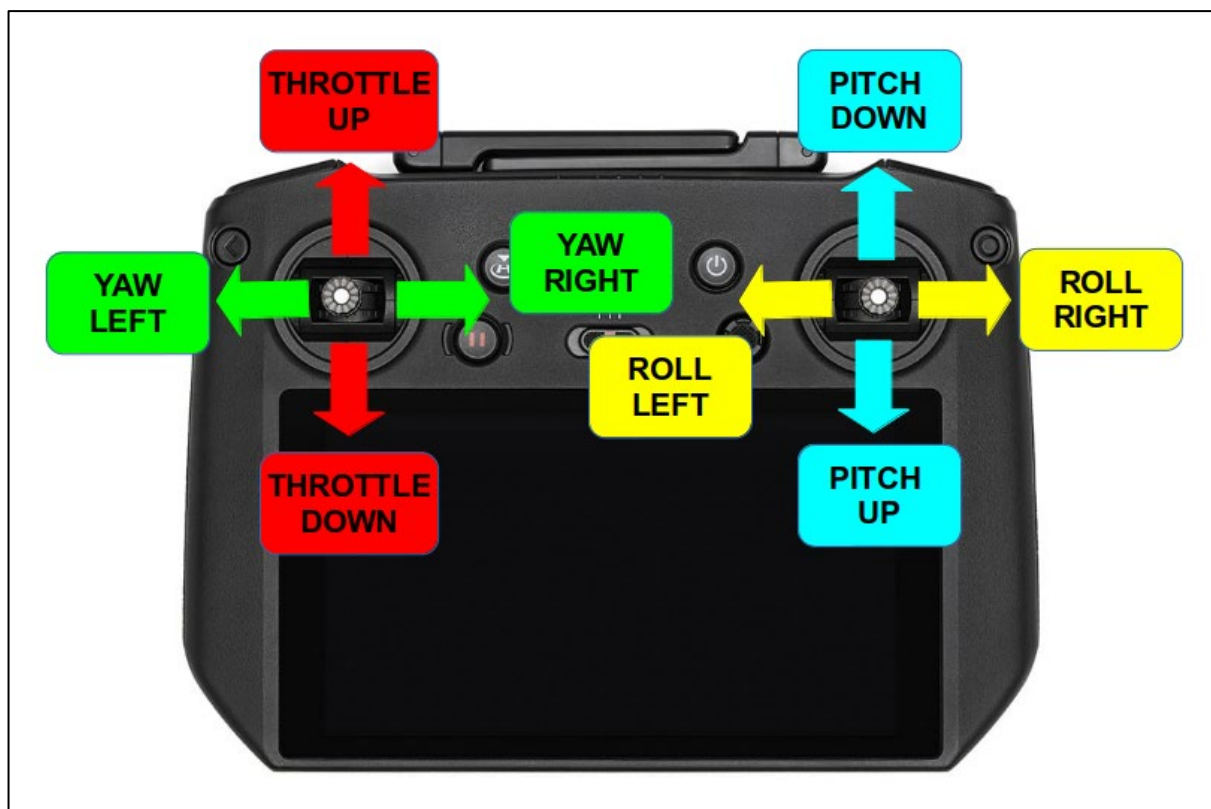
Fig 7-17- Comandos de Voo.

7.8.8.3 ARP Pairando

- Aeronave se encontra em voo estacionário, sem nenhum dos controles acionados.
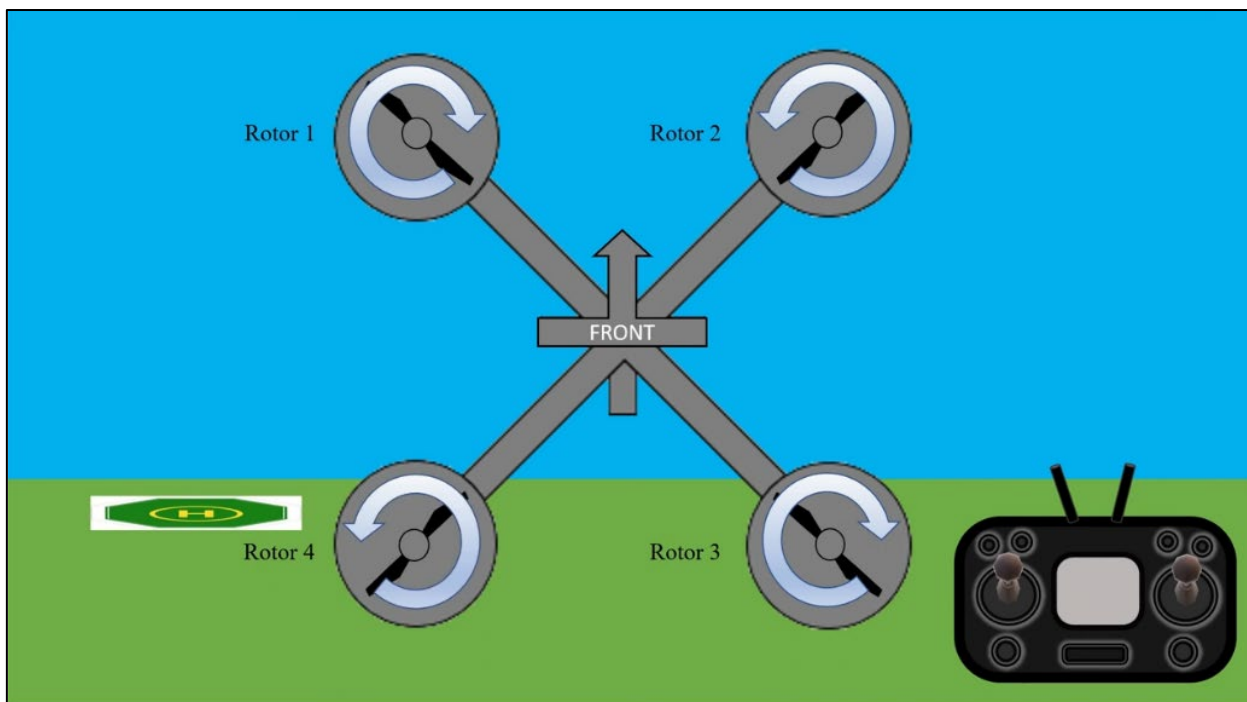
Fig 7-18- ARP pairando.

7.8.8.4 *Roll*

- Comandos responsáveis por mover o *drone* para a direita ou para a esquerda.
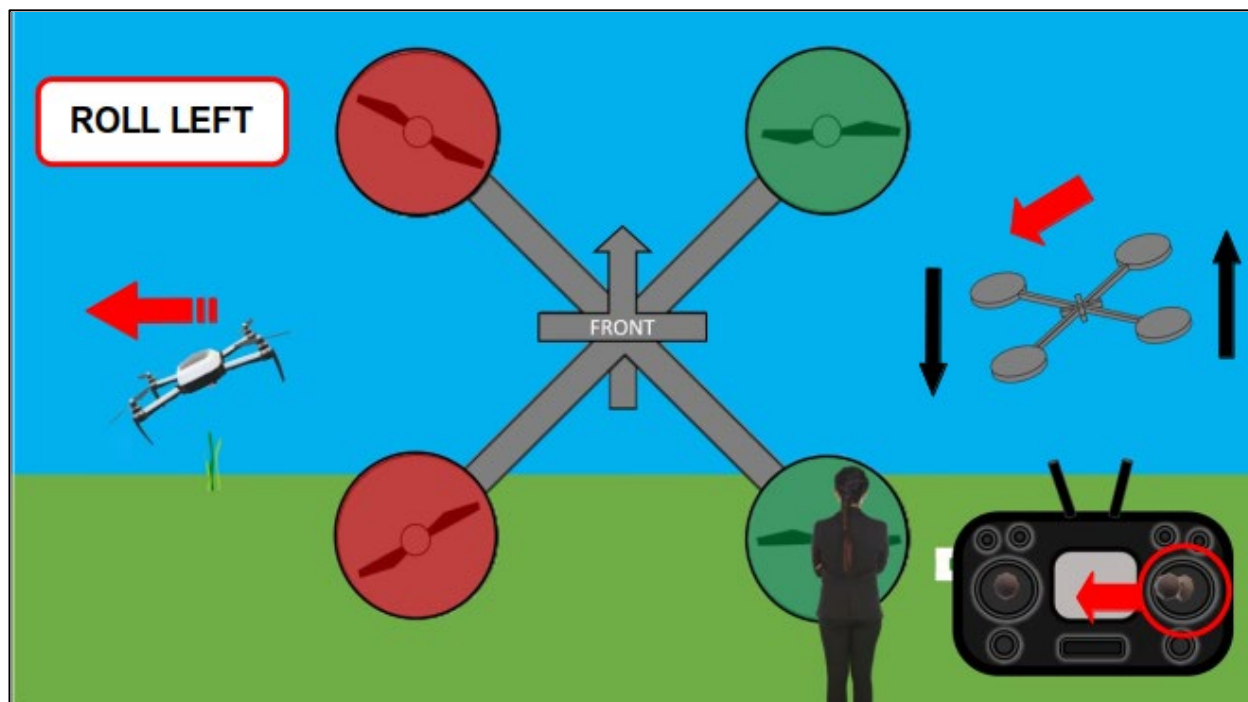
Fig 7-19 - *Roll LEFT.*
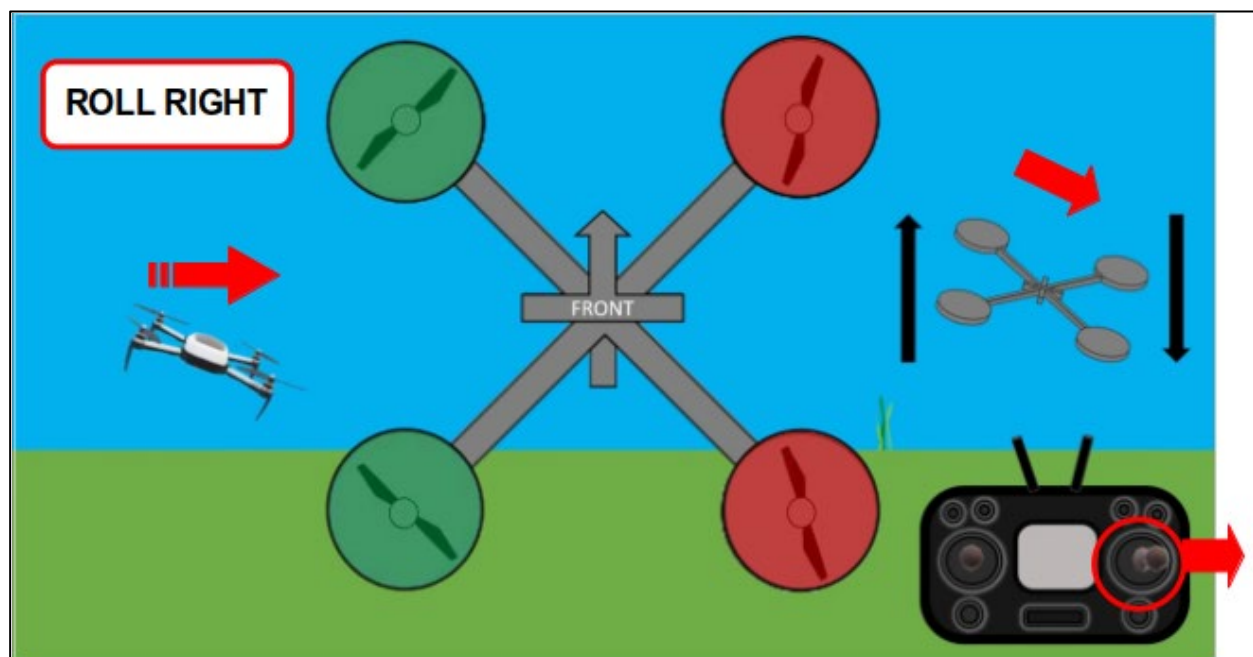
Fig 7-20- *Roll RIGHT*.

7.8.8.5 Pitch

- Comandos responsáveis por mover o *drone* para frente ou para trás.
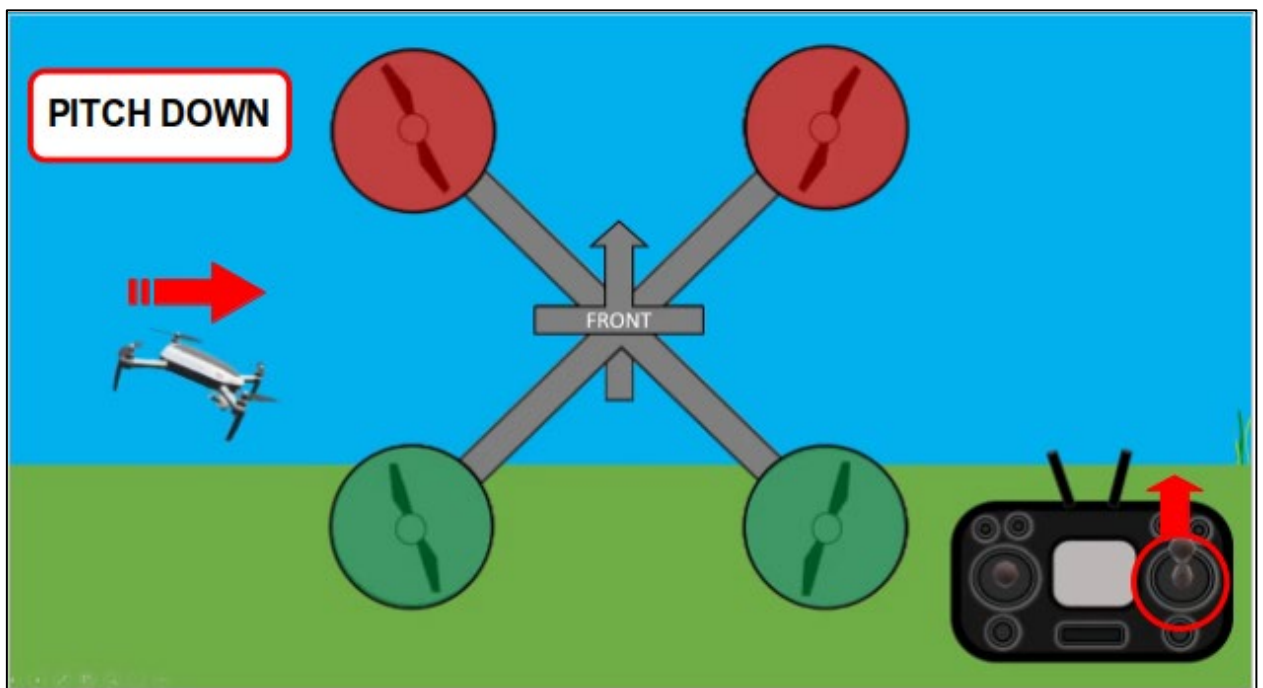
Fig 7-21- *Pitch DOWN*.
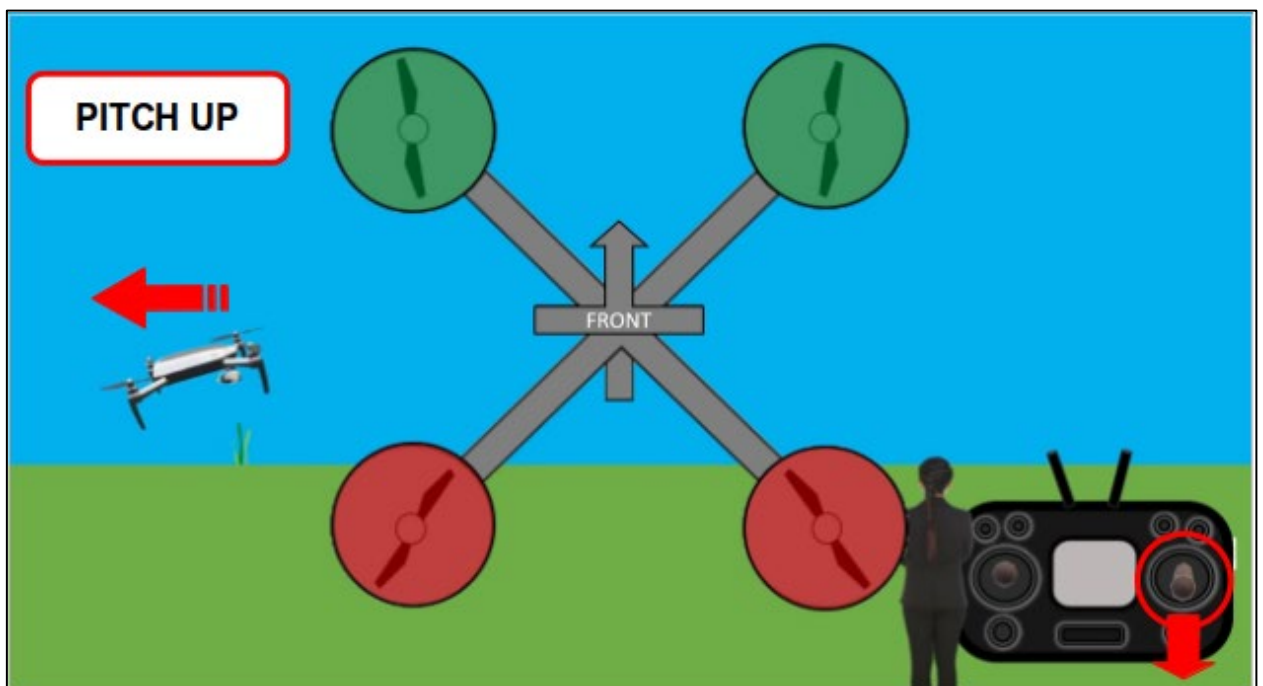
Fig 7-22- *Pitch UP*.

6.8.8.6 *Throttle*

- Comandos responsáveis pela aceleração conjunta de todos os motores, ocasionando a subida ou a descida da aeronave. Usado para decolar ou pousar o ARP.
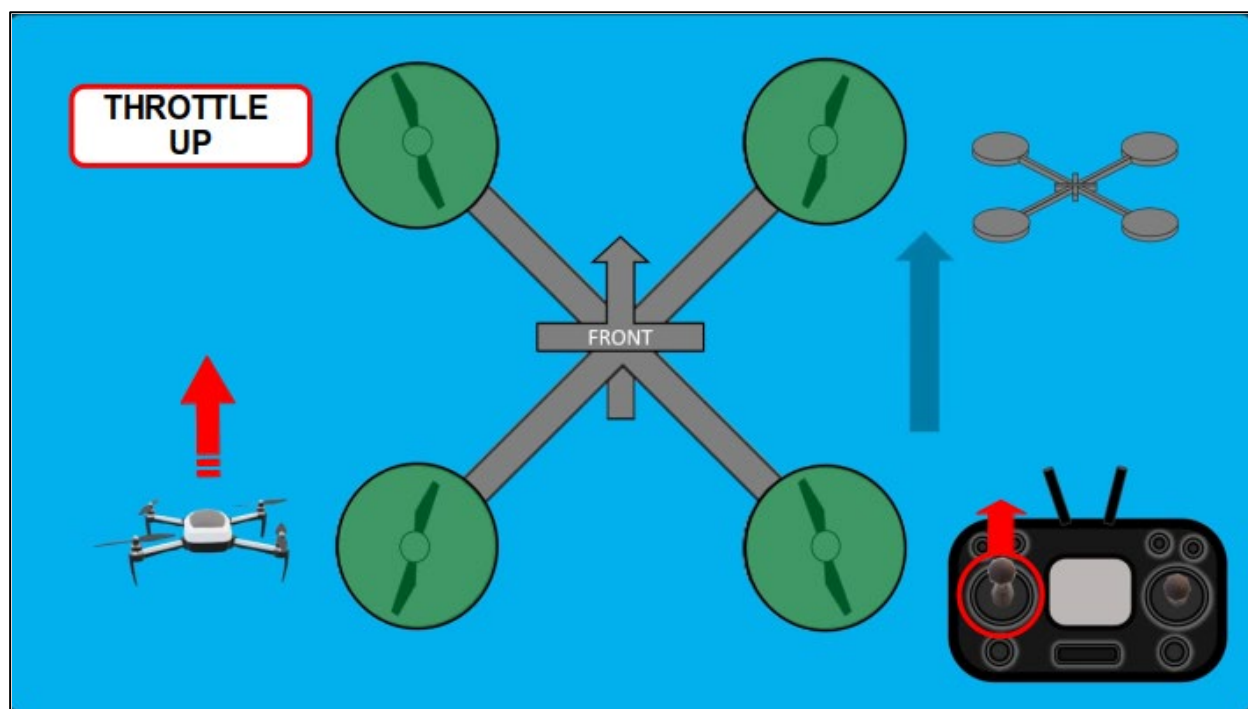
Fig 7-23 - *Throttle UP*.
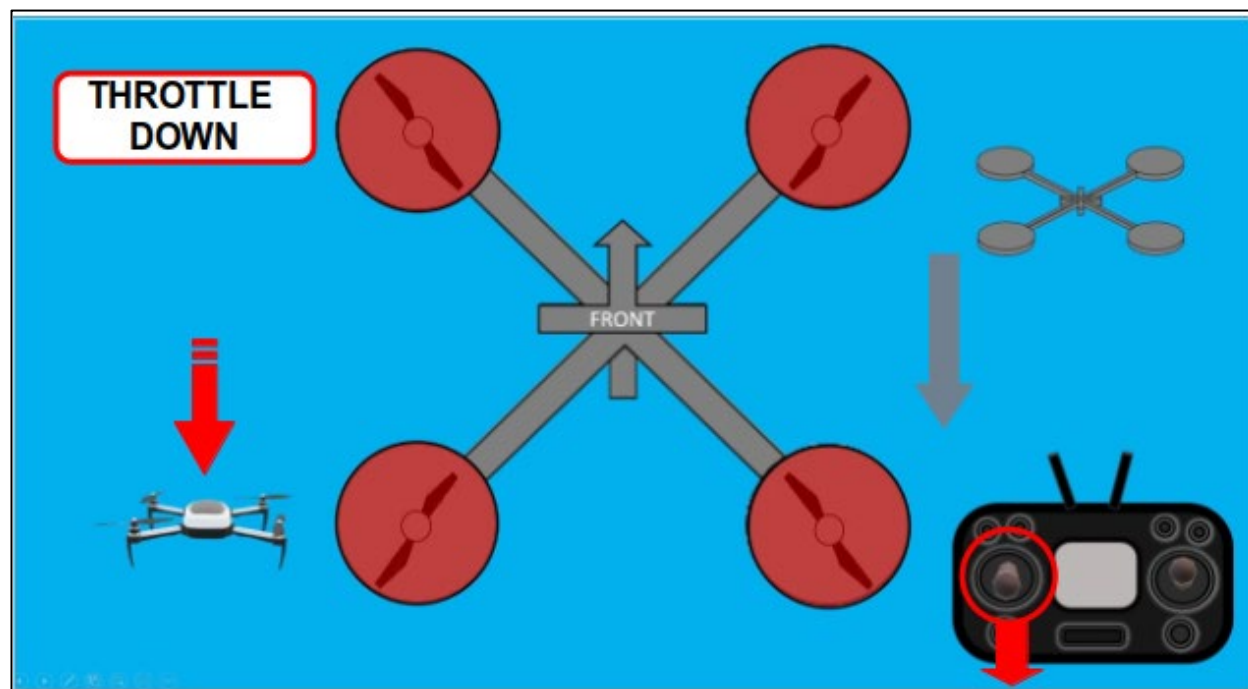
Fig 7-24- *Throttle DOWN*.

7.8.8.7 Yaw

- Responsáveis por direcionar a frente do *drone* por meio de giro sobre o eixo vertical.
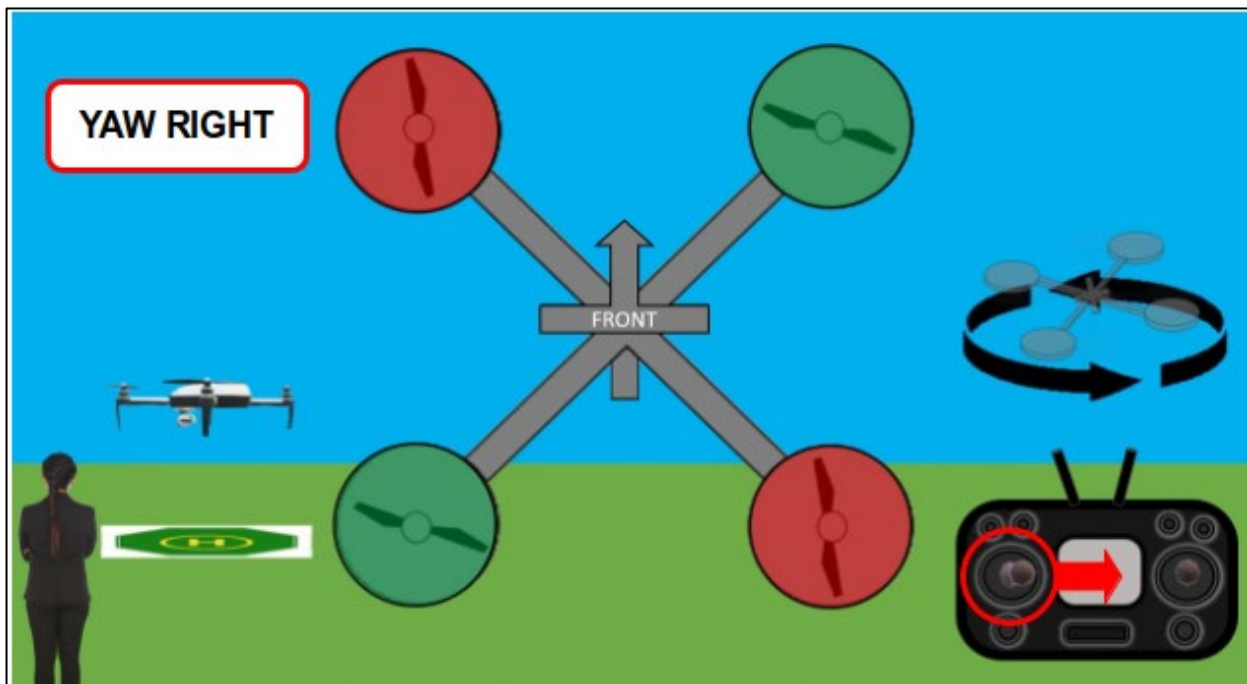
Fig 7-25- *Yaw RIGHT*.
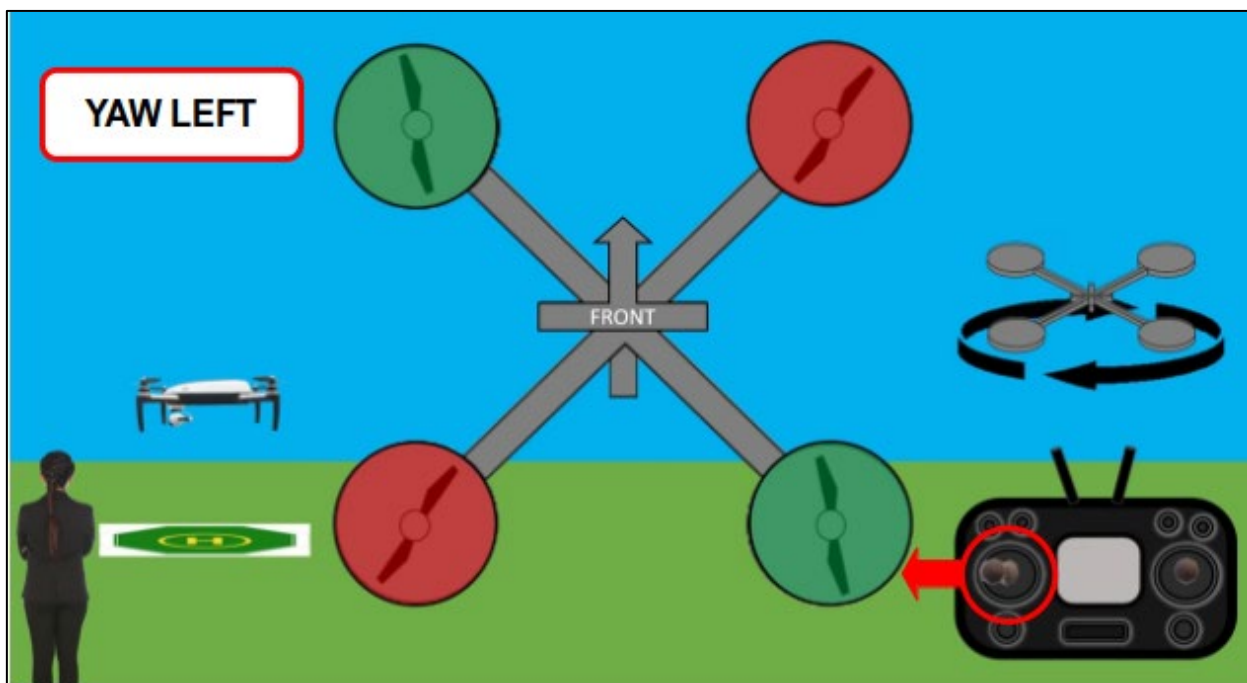
Fig 7-26 - *Yaw LEFT*.

7.8.8.8 Como é possível observar nas figuras anteriores, para cada comando, existe o acionamento de motores em específico. Esse acionamento nada mais é que um aumento na rotação, fazendo com que uma maior massa de ar seja deslocada pelas hélices e a

reação do *drone* a isso é uma inclinação contrária que varia de acordo com a intensidade do comando aplicado, permitindo assim o controle da aeronave em voo.

7.8.8.9 A medida que aumenta a sua perícia, o operador deverá/poderá combinar comandos de voo, o que permitirá mais agilidade ao cumprimento de suas das missões, tudo conforme o planejamento de voo e a segurança necessária.

7.8.9 FORMAÇÕES

7.8.9.1 Formação em Coluna
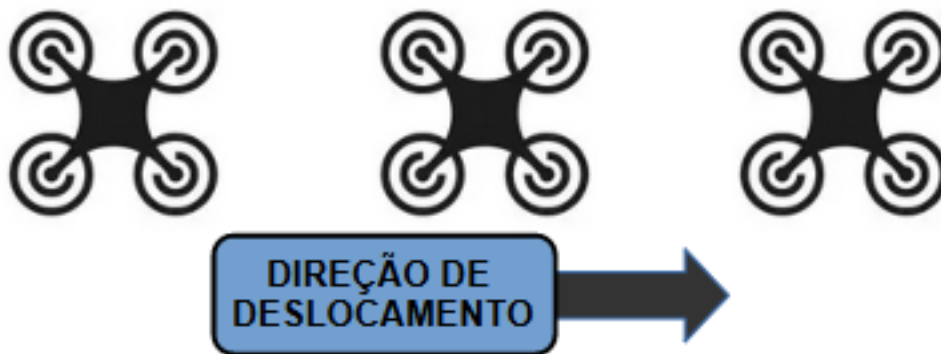
Fig 7-27- Formação em coluna.

- Os *drones* voam em uma linha reta, um atrás do outro. Essa formação é útil para missões de infiltração.

7.8.9.1 Formação em Linha

Fig 7-28- Formação em linha.

- Os *drones* voam em linha, um ao lado do outro. Essa formação é útil para missões de mapeamento ou vigilância.

7.8.9.2 Formação em V
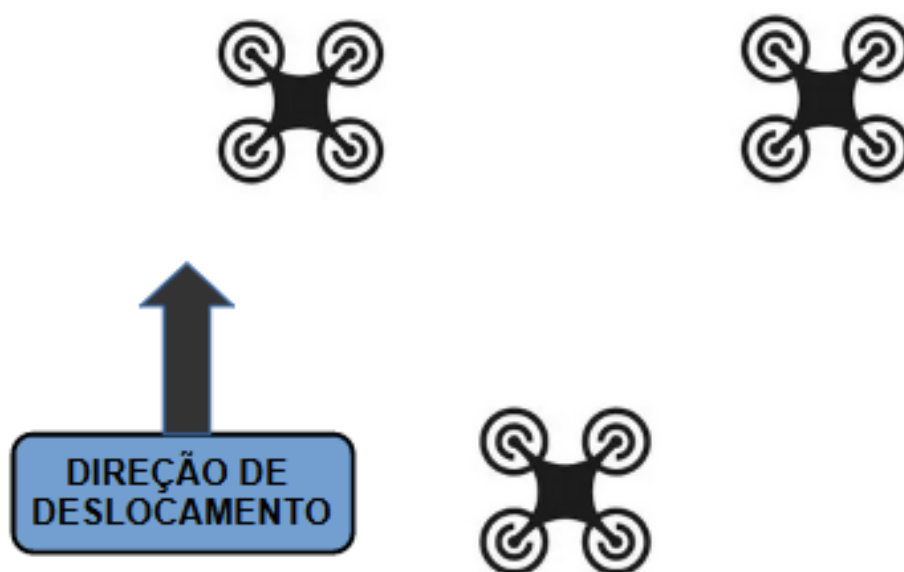
Fig 7-29- Formação em V.

- Semelhante a um "V", onde um drone está na retaguarda e os outros seguem na frente em ângulos. Essa formação pode ser eficiente para cobertura de área e economizar energia.

7.8.9.3 Formação em Cunha Invertida

- Um *drone* está na frente e os outros seguem atrás em ângulos. Também pode ser eficiente para cobertura de área e economizar energia.
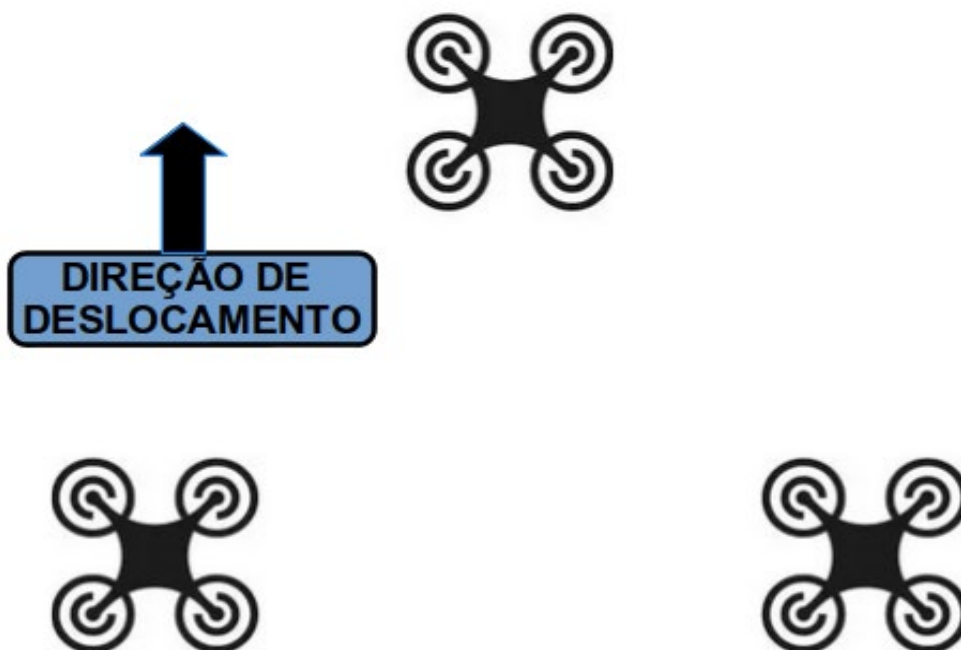
Fig 7-30- Formação em Cunha Invertida.

7.8.9.3 Formação em Círculo

- Os *drones* voam ao redor de um ponto central, ideal para monitoramento de eventos ou vigilância de uma área específica.
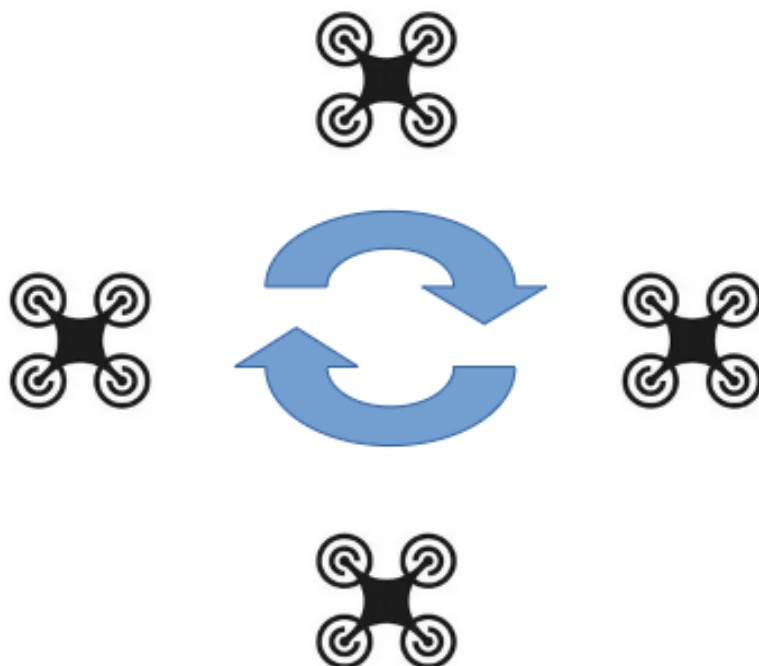
Fig 7-30- Formação em círculo.

7.8.9.4 Formação em Matriz
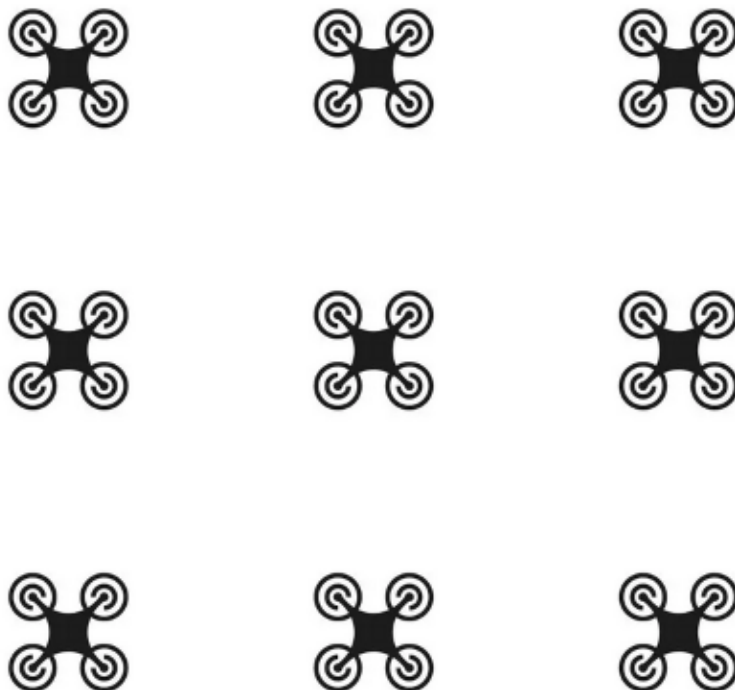
Fig 7-31- Formação em matriz.

- Os *drones* são dispostos em uma grade, permitindo cobrir uma área maior simultaneamente. Essa formação é útil em operações de busca e resgate.

7.8.9.5 Formação em Estrela

- Os *drones* se posicionam em um padrão de estrela ao redor de um ponto central, proporcionando uma boa cobertura em várias direções.
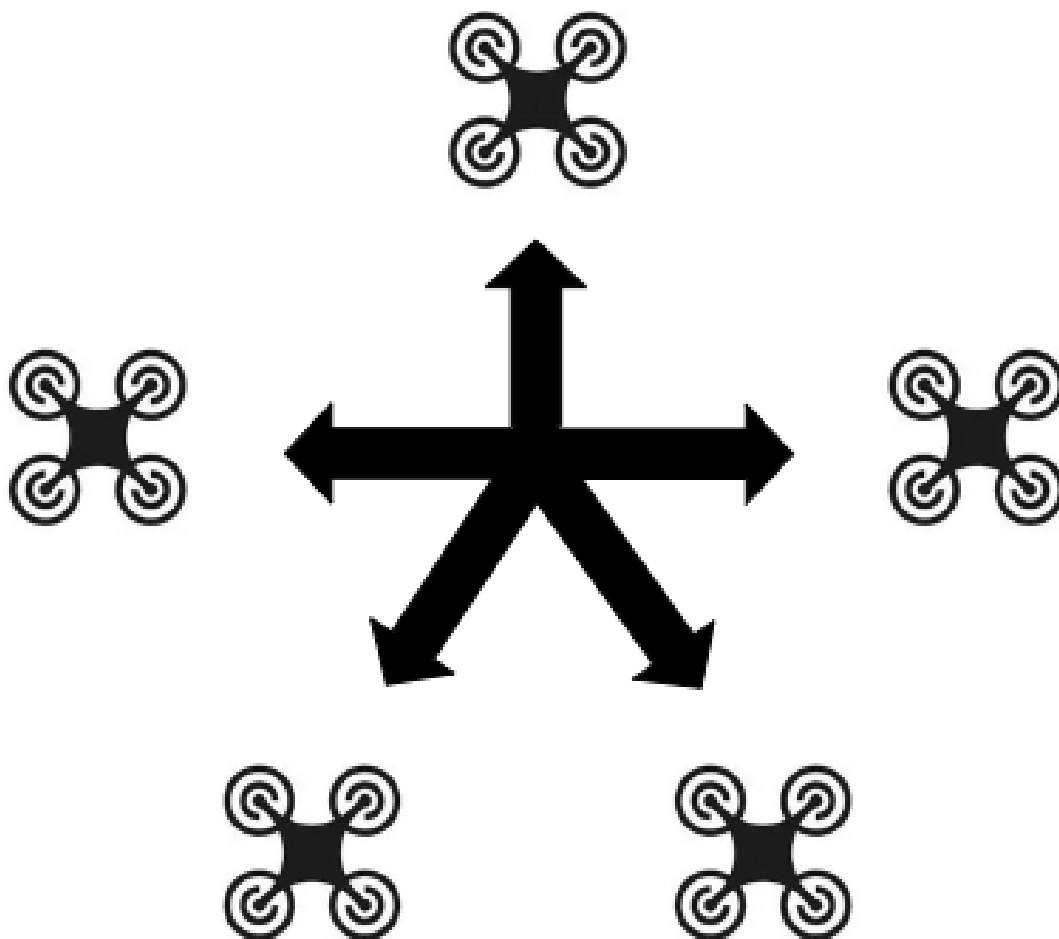
Fig 7-32- Formação em estrela.

CAPÍTULO VIII

EMPREGO DO SARP NAS OPERAÇÕES

8.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

8.1.1 O emprego dos SARP complementa e reforça as demais capacidades militares terrestres.

8.1.2 As aplicações típicas para emprego dos SARP na F Ter estão, entre outras, relacionadas à obtenção de informações e aquisição de objetivos/alvos além da visada direta e em profundidade, possibilitadas pela capacidade desses meios de sobrevoar zonas hostis, segundo a ótica dos beligerantes ou das condições ambientais.

8.1.3 Como fator multiplicador do poder de combate de uma força, os SARP dificultam a atividade de contrainteligência do oponente, obrigando a, no mínimo, dedicar parte de seu esforço na adoção de medidas de dissimulação e camuflagem, inclusive com a redução de sua liberdade de ação. Portanto, o emprego dos SARP nas operações é uma valiosa ferramenta que contribui significativamente para restringir a liberdade de manobra do adversário e, ao mesmo tempo, aumenta a confiança das unidades apoiadas, melhorando as chances de êxito.

8.1.5 Nas situações de não guerra, em Território Nacional (TN), a F Ter emprega meios aéreos para ampliar as capacidades proporcionadas por outros órgãos do Estado e sistemas de defesa, tais como na vigilância da faixa de fronteira, na proteção de estruturas estratégicas, e em uma série de ações típicas das Operações de Apoio aos Órgãos Governamentais.

8.1.6 A análise das condições meteorológicas é imprescindível para o emprego efetivo dos SARP.

- Além das precipitações que inviabilizam a decolagem, a neblina e o vento são decisivos para a definição de rotas de navegação, particularmente pela estabilidade da aeronave e pelo ruído produzido, que podem denunciar prematuramente o SARP.

8.1.7 Cabe ressaltar que o emprego do SARP Catg 0 deve ser, preferencialmente, descentralizado, a fim de garantir a autonomia decisória dos Cmt das pequenas frações. Em caso de necessidades de inteligência do escalão superior, este deve solicitar ao Cmt Fração, junto à emissão de ordem, para que este acrescente como tarefa à Tu SARP, dentro do Plano de Voo a ser estabelecido.

8.2 CONCEITO INTELIGÊNCIA, RECONHECIMENTO, VIGILÂNCIA E AQUISIÇÃO DE ALVOS (IRVA)

8.2.1 O conceito IRVA constitui-se em um processo de integração das atividades e tarefas de reconhecimento, vigilância e aquisição de alvos executadas por diferentes elementos da F Ter com a Inteligência Militar.

8.2.2 O conceito IRVA tem como principal tarefa a obtenção de dados/informações para atender às necessidades de inteligência (NI), com a finalidade de proporcionar o entendimento da situação pelos comandantes em todos os níveis (consciência situacional) e, consequentemente, apoiar os seus processos decisórios.

8.2.3 INTELIGÊNCIA

8.2.3.1 No contexto das ações de IRVA, a Inteligência trata da gestão das NI dos comandantes e do acionamento e exploração dos diversos sensores, dentre eles o SARP, visando à obtenção dos dados, que serão a base para a produção dos conhecimentos requeridos pelos decisores.

8.2.3.2 A inclusão da Inteligência no conceito IRVA é fundamental, pois reconhece a importância de integrar os dados obtidos pelo SARP e obter um quadro mais completo, transformando aqueles dados em conhecimento útil.

8.2.4 RECONHECIMENTO

- O reconhecimento é a ação conduzida com o propósito de obter informações sobre as atividades, as instalações ou os meios de forças oponentes, atuais ou potenciais, e para confirmar dados relativos ao ambiente operacional.

8.2.5 VIGILÂNCIA

- A vigilância é a observação sistemática do ambiente operacional, tendo por objetivo áreas, pessoas, instalações, materiais e equipamento, utilizando-se para tanto o SARP.
- É exemplo de missão de vigilância o monitoramento de eixos de progressão e/ou corredores de mobilidade, de possíveis posições das ameaças e de Regiões de Interesse Para a Inteligência (RIPI).

8.2.6 AQUISIÇÃO DE ALVOS

8.2.6.1 A aquisição de alvos consiste nas tarefas de detecção, localização e identificação de um objetivo, empregando os meios de sensoriamento de cada escalão de combate, para possibilitar o seu engajamento por qualquer capacidade operativa.

8.2.6.2 Neste tipo de atividade estão inseridas as ações de busca de alvos desenvolvidas pela capacidade operativa apoio de fogo, que consiste em proporcionar a informação necessária sobre alvos, principalmente armas inimigas de tiro indireto, para que possam ser engajadas no local e momento oportunos pelos diversos sistemas de armas, além de realizar a avaliação dos efeitos sobre o alvo engajado.

8.3 SARP CATG 0 NAS OPERAÇÕES

8.3.1 Os SARP Catg 0 são capazes de cumprir tarefas de inteligência, reconhecimento, vigilância, aquisição de alvos (IRVA) e controle de danos, tudo com a finalidade de apoiar a consciência situacional do escalão considerado, além de favorecer o esforço de busca do escalão superior e a tomada de decisão.

Fig 8-1- Emprego do SARP Catg 0 nas operações.

8.3.2 AS MISSÕES TÍPICAS A SEREM REALIZADAS PELOS SARP CATG 0 SÃO APRESENTADAS A SEGUIR.

- Ressalta-se que, em função da evolução doutrinária e tecnológica relacionadas a esse sistema, poderão surgir outras aplicações derivativas:

a) Inteligência, vigilância e reconhecimento;
b) Aquisição de alvos;
c) Identificação, localização e designação de alvos (ILDA);
d) Segurança de movimentos terrestres, particularmente comboios;
e) Proteção de estruturas estratégicas e pontos sensíveis;
f) Avaliação de danos, notadamente após os tiros de artilharia e ocorrência de catástrofes ou acidentes);
g) Observação aérea;
h) Detecção de artefatos e explosivos improvisados (AEI);
i) Apoio de fogo na observação e condução de tiro;
j) Apoio de fogo, como plataforma de armas; e
k) Monitoramento ambiental.

8.3.2 O emprego tático dos SARP abarcados neste capítulo estão alinhados com o Manual de Campanha EB70-MC-10.214- Vetores Aéreos da Força Terrestre, com ênfase na operação do SARP Catg 0 em proveito dos Pelotões de Fuzileiros e de Pelotões de Cavalaria Mecanizados.

8.3.3 O EMPREGO DOS SARP CATG 0 NAS OPERAÇÕES CONTRIBUI PARA:

a) ampliar a liberdade de ação das tropas amigas;
b) a concentração de esforços na porção mais importante da frente ou da A Op;
c) a aquisição de alvos, elevando a precisão e a eficácia dos sistemas de armas, com o consequente aumento da letalidade seletiva de nossas forças;
d) a economia de meios;
e) a realização de reconhecimentos;
f) localizar e ajudar a determinar a composição, a disposição e a atividade da força inimiga;
g) a manutenção do contato com as forças inimigas;
h) o fornecimento de informações às aeronaves tripuladas, aumentando assim a capacidade de sobrevivência destas;
i) reduzir ou eliminar o tempo de exposição de aeronaves tripuladas em ambientes de alto risco;
j) oferecer uma vantagem tridimensional estendida, tanto em distância quanto em tempo, em terrenos difíceis;
k) a execução de missões com maior tempo de duração, se comparadas com as das aeronaves tripuladas, em função da categoria do SARP e pela ausência de pessoas a bordo, não sujeitando a ARP aos limites fisiológicos da tripulação de bordo.
- Durante as missões, o sistema pode ser operado, sucessivamente, por várias equipes em uma mesma estação de controle ou em estações separadas; e
l) a rápida disseminação da informação, valendo-se da possibilidade de transmissão em tempo real do produto obtido.
- Todavia, os comandantes dos mais altos escalões devem ter o cuidado de, por terem a possibilidade de acompanhar a evolução do espaço de batalha em tempo real, não interferir, de forma sistemática, nas manobras de seus subordinados, o que pode ocasionar o tolhimento de iniciativas e da ação de comando destes.

8.3.4 PROCEDIMENTOS COMUNS A SEREM ADOTADOS DURANTE O EMPREGO DOS SARP NAS OPERAÇÕES

8.3.4.1 O emprego dos SARP Catg 0 está relacionado, entre outros, à obtenção de informações, à aquisição de alvos e ao levantamento de objetivos além da visada direta de um observador no solo.

8.3.4.2 Desta forma, o operador do SARP Catg 0 deverá adotar procedimentos básicos que, durante o emprego do material, em qualquer tipo de operação, têm o intuito de preservar a segurança tropa e o material empregados e o sigilo das operações.

8.3.4.2.1 O operador do material deverá utilizar-se, prioritariamente, de um itinerário de voo desenfiado para proteger o material e manter o sigilo da operação.

- Ao utilizar o terreno, seja em ambiente rural ou urbano, deve-se preferir o uso de coberturas, ou massas cobridoras, para os procedimentos de decolagem e aterrissagem.
- Estas coberturas se constituem, por exemplo, dos espaços entre árvores e bosques, no meio rural, e entre prédios e casas, no meio urbano.

8.3.4.2.2 Outra medida a ser adotada é com relação à altitude de voo da ARP. Este voo poderá ser realizado de duas maneiras:

a) Voo em altitude acima de 150 m, de modo que não seja possível identificá-lo a olho nu;
b) Voo em altitude a seguir de 150 m, de modo que realize seu voo entre as massas cobridoras, impedindo ou dificultando a observação pelo inimigo.

8.3.4.2.3 Em operações noturnas, as ARP preferencialmente devem ser preparadas, ofuscando ou tapando qualquer sinal de luz que a aeronave emita, a fim de não serem facilmente identificadas.

8.3.4.2.5 Os SARP Catg 0, devido às suas características, possuem limitações relacionadas ao seu alcance e tempo de voo, exigindo que seja realizado um estudo do terreno, e consequentemente, sua adequada utilização a fim de propiciar que seja devidamente aproveitado em seu emprego (planejamento de voo).

8.4 OPERAÇÕES OFENSIVAS

8.4.1 As operações ofensivas (Op Ofs) são operações terrestres agressivas nas quais predominam o movimento, a manobra e a iniciativa, para cerrar sobre o inimigo, concentrar poder de combate superior, no local e no momento decisivo, e aplicá-lo para destruir ou neutralizar suas forças por meio do fogo, do movimento e da ação de choque.

8.4.2 Alcançar a superioridade de informações permitirá conhecer e dominar o que ocorre no campo de batalha, condição básica para se obter a desejada vantagem, surpresa, ao mesmo tempo em que se aumenta a proteção das nossas forças.

8.4.3 O combate em áreas urbanizadas vem adquirindo cada vez maior importância nas operações ofensivas.

- O adversário mais fraco utiliza essas áreas, valendo-se das condicionantes impostas pelas construções e pelas dificuldades de emprego eficaz de meios com alta tecnologia agregada, especialmente os meios de inteligência, vigilância e reconhecimento.

8.4.4 AS OPERAÇÕES OFENSIVAS TÊM AS SEGUINTES FINALIDADES:

a) destruir forças inimigas;
b) conquistar áreas ou pontos importantes do terreno que permitam obter vantagens para futuras operações;
c) obter informações sobre o inimigo, particularmente sobre a situação e poder de combate, e adquirir ou comprovar dados referentes ao terreno e às condições meteorológicas;
d) confundir e distrair a atenção do inimigo sobre o esforço principal, desviando-a para outras áreas;
e) antecipar-se ao inimigo para obter a iniciativa, aproveitando qualquer oportunidade que se apresente, por fugaz que seja, negando-lhe qualquer tipo de vantagem;
f) fixar o inimigo, restringindo-lhe a liberdade de movimento e de manobra, mediante diferentes esforços e apoios com o objetivo de permitir concentrar o máximo poder de combate sobre ele no ponto selecionado;
g) privar o inimigo de recursos essenciais com os quais sustente suas ações, realizando

atividades e operações em profundidade e sincronizadas que lhe neguem a liberdade de ação e interrompam a coerência e o ritmo de suas operações; e
h) desorganizar o inimigo mediante ataques sobre aqueles meios ou funções de que sejam essenciais para gerar e empregar coerentemente seu poder de combate.

8.4.4 Os SARP Catg 0 são capazes de acompanhar os movimentos das ameaças em tempo real e de forma contínua, complementando e confirmando informações oriundas de outras fontes, com vistas a avaliar e identificar as intenções dos comandantes oponentes.

8.4.5 POSSIBILIDADES DE EMPREGO DOS SARP NAS OPERAÇÕES OFENSIVAS

8.4.5.1 O SARP constitui-se de excelente ferramenta nas ações de IRVA, principalmente aquelas dotadas de sensores ou meios optrônicos que lhe ofereçam vantagem sobre a observação comum, como visão infravermelha, térmica ou noturna. A sua capacidade de *zoom* e de acompanhamento são essenciais, pois permitem ainda o acompanhamento e a ligação constante com o inimigo sem expor a tropa.

8.4.5.2 Reconhecimento de Ponto

8.4.5.2.1 O reconhecimento de ponto caracteriza-se por um reconhecimento detalhado de um local específico. Geralmente precede ao reconhecimento um planejamento detalhado dos objetivos a serem reconhecidos e dos informes que deverão ser levantados.

8.4.5.2.2 Neste tipo de reconhecimento, o SARP se constitui apenas em meio adicional de observação, que somam à técnica utilizada pela tropa que realiza o reconhecimento.

- Vale ressaltar que graças às suas capacidades de sobrevoo, de meios optrônicos embarcados (como visão térmica, visão noturna, capacidade de *zoom*) e de transmissão e gravação em tempo real; as possibilidades de sucesso no reconhecimento crescem sobremaneira.

8.4.5.2.3 A ARP também constitui uma ferramenta ideal para reconhecer pontos críticos, que podem conter armadilhas inimigas, serem batidos por fogos, ou em que o inimigo possa fazer uso de agentes QBRN, tais como pontes, obstáculos naturais ou artificiais, entradas de casas, edifícios ou prédios, ou até mesmo em caminhos e instalações subterrâneas (limitam ARP que necessitam de orientação por satélite).

8.4.5.3 Reconhecimento de Área

8.4.5.3.1 As ARP são muito úteis nos reconhecimentos de área, haja vista seu alcance, principalmente em terreno aberto, sua velocidade e capacidade de observação.

8.4.5.3.2 O reconhecimento de área auxilia o comandante no planejamento das ações que a fração sob seu comando irá realizar em uma determinada área, bem como na decisão do melhor momento do seu desencadeamento.

8.4.5.3.3 Para este tipo de reconhecimento, é muito importante o planejamento da

posição do operador, a fim de permitir o alcance de transmissão e operação adequado da ARP para abranger a área em questão.

Fig 8-2- Reconhecimento de área.

8.4.5.4 Reconhecimento de Itinerário

8.4.5.4.1 No reconhecimento de itinerário, a ARP permite que os alvos a serem reconhecidos sejam avistados previamente, permitindo um melhor planejamento por parte das tropas amigas e proporcionando uma maior segurança, pois evita denunciar a posição da tropa amiga no terreno.

Fig 8-3 - Reconhecimento de itinerário.

8.4.5.4.2 A identificação aponta com detalhe o objeto observado no terreno, permite a distinção de forças inimigas, de amigas e de civis, principalmente, no ambiente urbano onde as operações são realizadas no meio da população, por exemplo indica com precisão o blindado que se encontra no corredor de mobilidade do pelotão.

8.4.5.5 Técnicas Especiais de Reconhecimento

8.4.5.5.1 O militar responsável por operar a ARP precisa ter a capacidade de realizar o reconhecimento, com a finalidade de analisar as imagens e conseguir fornecer informes sobre o valor, a natureza e a composição da tropa observada, características das obras de arte, dentre outros.

8.4.5.5.2 São Técnicas Especiais de Reconhecimento:

a) Reconhecimento em Ponte;
b) Reconhecimento pelo Fogo;
c) Reconhecimento de Passagem de Vau;
d) Reconhecimento de Desfiladeiro;
e) Reconhecimento de Bosque;
f) Reconhecimento Noturno; e
g) Reconhecimento de Posição Inimiga.

8.4.5.6 Reconhecimento em Ponte

8.4.5.6.1 O reconhecimento de uma ponte se divide em duas fases: reconhecimento sumário (verificação da existência de minas, armadilhas, cargas de demolição) e reconhecimento detalhado (cálculo da capacidade da ponte).

8.4.5.6.2 O SARP deve ser empregado antes desses reconhecimentos, haja vista que pontes armadilhadas são batidas por fogos.

- Assim, torna-se possível verificar a presença de tropa inimiga infiltrada no terreno e/ou qualquer movimentação de pessoal, armamento e viatura que estejam engajando a ponte.
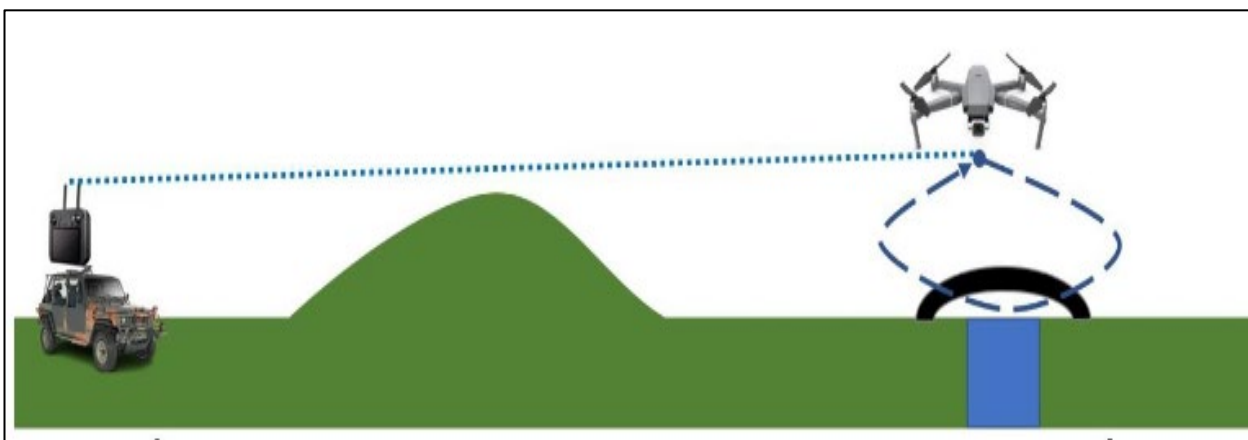
Fig 8-4 - Reconhecimento de ponte.

8.4.5.6.3 Utiliza-se a transmissão em tempo real do SARP com a projeção da carta-terreno, de modo a se orientar.

- Com a utilização do SARP, há mais segurança na execução dos Rec e maior rapidez nas ações dos Pelotões, pelo fato de certificar-se que não há presença inimiga no local.

8.4.5.7 Reconhecimento pelo Fogo

8.4.5.7.1 No reconhecimento pelo fogo convencional (sem a utilização do SARP), busca-se descobrir o poder do inimigo (armamento, pessoal, viatura), porém há grande exposição da tropa e uma possibilidade de ser engajado numa emboscada, por exemplo.

8.4.5.7.2 Por sua vez, o SARP pode ser lançado e deslocado a longas distâncias, suprimindo o consumo desnecessário de munições no Rec pelo fogo, diminuindo o desgaste prematuro da tropa, ao passo que é assegurado uma economia de meios.

8.4.5.8 Reconhecimento de Passagem de Vau

8.4.5.8.1 O emprego do SARP, nesse tipo de reconhecimento, proporciona a observação das dimensões das margens e comprimento e largura do vau, o que facilita e muito, a abordagem do vau e passagem com as viaturas (Marruá Tática, VBR e Guarani).

8.4.5.8.2 O Cmt Pel terá a visão de algumas possibilidades e limitações do vau, o que influencia na tomada de decisão antes de deslocar a tropa.

- Além disso, é possível observar se há condições de realizar um balizamento do vau para passagem dos elementos que constituem o grosso da tropa - ainda, detectar a presença inimiga no compartimento à frente do vau.

8.4.5.9 Reconhecimento de Desfiladeiro

- A utilização do SARP, neste tipo de Rec, proporciona observação avançada do compartimento à frente, já que as elevações muitas vezes limitam o campo de visada e a maneabilidade do Pel.

8.4.5.10 Reconhecimento de Bosque

8.4.5.10.1 O emprego do SARP neste tipo de reconhecimento facilita, por meio da observação aérea, o conhecimento da real dimensão da área.

8.4.5.10.2 É possível reconhecer estradas e trilhas que possam servir de itinerários tanto para deslocamento de tropa inimiga infiltrada no terreno, como para tropa amiga.

8.4.5.10.3 Além disso, é possível observar o compartimento à frente, possibilitando o avanço do pelotão no reconhecimento.

8.4.5.11 Reconhecimento Noturno

8.4.5.11.1 O Rec noturno é algo incomum de ser realizado, em razão do comprometimento do sigilo, pouca visibilidade e segurança da tropa.

8.4.5.11.2 O emprego do sistema SARP neste tipo de Rec pode ser realizado por meio do optrônico (visão termal ou infravermelha) acoplado na aeronave, obtendo imagens termais, infravermelhas e captação sonora, de modo a detectar presença inimiga.

8.4.5.11.3 Esse vetor aéreo, devido a tal modularidade de sensores, fornece uma percepção do campo de batalha de uma posição de observação aérea elevada, e concede à tropa que o opera um grande ganho de consciência situacional, ainda mais se tratando de reconhecimento noturno.

8.4.5.12 Reconhecimento de Posição Inimiga

- Neste tipo de situação, o emprego do sistema SARP fica comprometido, pois caso ainda não tenha ocorrido contato com o inimigo estará na iminência. Pode ser empregado para obter a correta localização inimiga, por meio de coordenada, a fim de solicitar apoio de fogo orgânico ou do Esc Sup.

8.4.12 DETECÇÃO DE ARTEFATOS E EXPLOSIVOS IMPROVISADOS (AEI)

8.4.12.1 Os artefatos explosivos improvisados (AEI) são definidos como armas táticas que, se aplicados no combate, podem resultar em elevadas baixas, restringindo a liberdade de movimentos.

- Caracterizam-se por seu baixo custo, fácil aquisição e necessidade de pouco conhecimento técnico ou especializado para produção.
- Os AEI proporcionam uma menor exposição ao risco de lutar com forças armadas mais forte.

8.4.12.2 Segundo o Manual de Minas e Armadilhas (C 5-37), os artefatos explosivos armadilhados podem ser empregados em edifícios, abrigos, estradas, atalhos, desvios e em torno, obstáculos, pontes, vaus e outras áreas que favorecem ao inimigo, entende-se que os AEI são mais adequados a ambientes urbanos.

8.4.12.3 O pelotão, ao se deparar com material suspeito de ser AEI, preferencialmente deve seguir as orientações do Manual Técnico do Centro de Instrução de Engenharia, "5C", que são as seguintes:

a) Confirmar (*Confirm*): confirmar a presença e a localização do AEI e estabelecer uma zona de evacuação imediata, em caso de dúvida, considerar com explosivo;
b) Limpar (*Clear*): limpar a zona de evacuação imediata e isolar a área de segurança conforme Tab de distâncias;
c) Comunicar (*Call*)**:** informar ao escalão superior;
d) Isolar (Cordon): isolar a área perigosa; e
e) Controlar (*Control*): controlar a entrada e a saída, estabelecendo um posto de controle de incidente.

8.4.12.4 O SARP Catg 0, quando empregado para detectar artefatos explosivos improvisados em proveito do pelotão, é empregada para obter as imagens que mostrem indícios, como:

- objetos abandonados, isolados ou escondidos;

- materiais próximos a instalações estratégicas ou com grande concentração de pessoas;
- presença de fios nos locais suspeitos ou possíveis acionadores manuais que estejam por perto; e
- solo e vegetação rasteira recém removidos.

AO OBSERVAR SINAL DE AEI, O COMANDANTE DE PELOTÃO DEVE INFORMAR AO ESCALÃO SUPERIOR.

8.4.12.5 As imagens e os vídeos repassados ao escalão superior aumentam a consciência situacional da operação, auxiliam em um planejamento adequado quanto à utilização judiciosa dos meios de engenharia a ser empregado nesta missão.

8.4.12.6 Por fim, o emprego da ARP para detecção de artefatos e explosivo improvisado evita a exposição desnecessária dos militares em uma missão de grande risco.

8.4.13 VIGILÂNCIA DE COMBATE

8.4.13.1 É a observação sistemática, contínua (diurna, noturna e sob quaisquer condições meteorológicas) do campo de batalha, a fim de propiciar oportunos informes sobre as atividades recentes do inimigo para a eficácia das operações táticas.

8.4.13.2 Consiste na tarefa de realizar vigilâncias de RIPI, áreas, pessoas, instalações, materiais e equipamentos, vias de acesso, eixos de deslocamento, dentre outros, tendo o auxílio de meios eletrônicos, cibernéticos, fotográficos, óticos ou acústicos, entre outros.

8.4.13.3 Não é demais relembrar que o SARP Catg 0 possui restrições de operações com condições climáticas adversas.

8.4.13.3 A vigilância de combate também é utilizada nas Operações Defensivas.
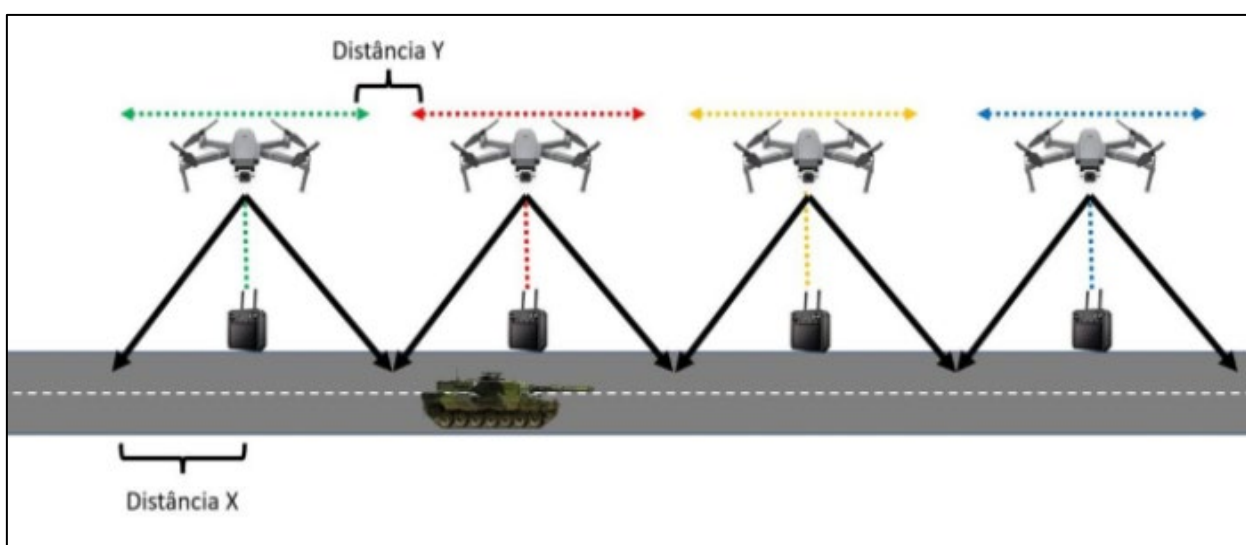
Fig 8-5- Vigilância sobre eixo.

8.4.14 OBSERVAÇÃO DE TIROS DIRETOS E INDIRETOS

8.4.14.1 Os SARP, por suas características, serão os meios que aprofundarão a detecção dos outros sensores e permitirão a visualização do controle de danos nas operações ofensivas e defensivas.

8.4.14.2 No caso dos tiros indiretos, o SARP Catg 0 poderá atuar em proveito da tropa apoiada por meio da realização da observação e da ajustagem do tiro indireto realizado pela artilharia e morteiros orgânicos da Unidade.

- Após a realização do tiro, contribuirá, também, com o levantamento dos danos impostos ao inimigo.

8.4.14.3 É importante evitar denunciar a aproximação ou mesmo a exposição da ARP.

8.4.14.3.1 O emprego para observação e condução de tiros indiretos deve ser planejado de modo a evitar denunciar a aproximação ou mesmo a exposição da ARP aos fogos da própria fração.

8.4.14.3.2 A fim de mitigar erros quando da correção dos fogos ao sair da linha peça-alvo, a ARP tende (ERRADAMENTE) a ficar no mesmo lançamento previsto para as flechas das granadas.

- Com isso, há a necessidade de identificar a altitude ideal de sobrevoo, conforme descrito na imagem a seguir.
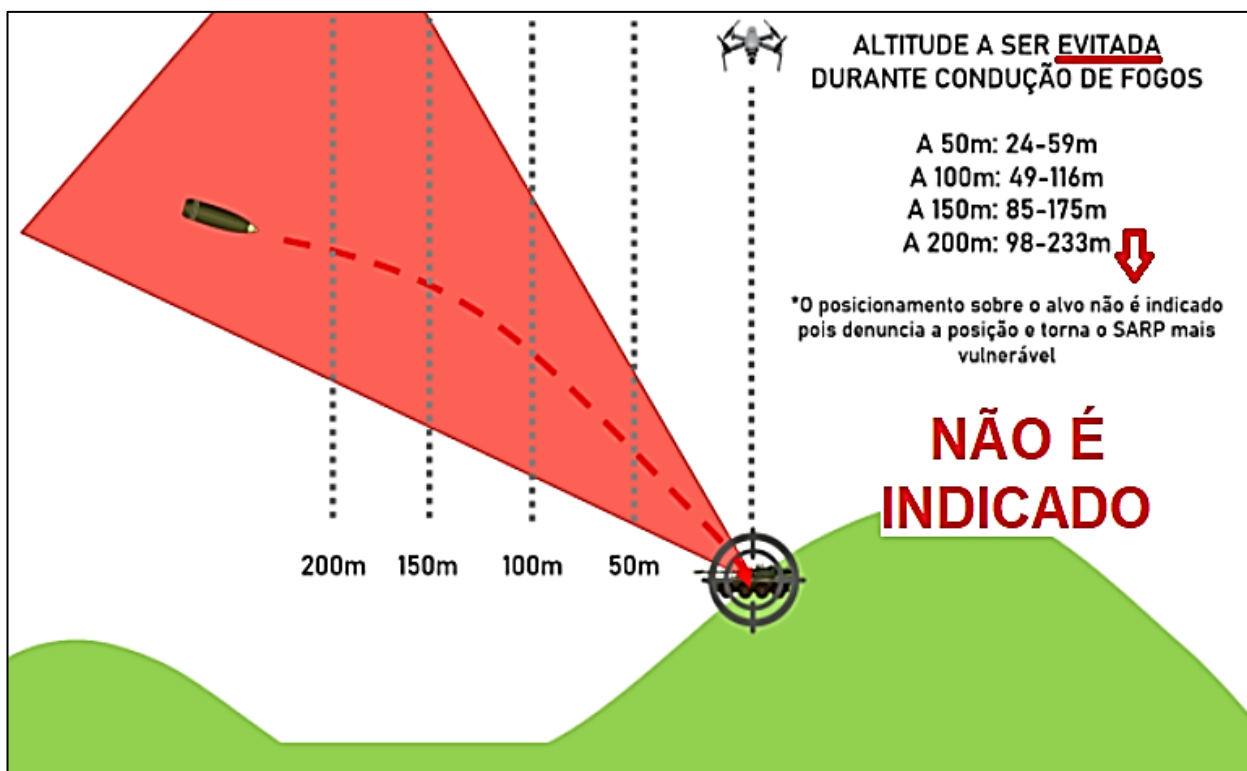
Fig 8-6- Observação e ajustagem do tiro indireto.

8.4.14.3.3 No mesmo sentido, contribuirá com a observação e com o levantamento de danos causados pelas armas de tiro direto.

8.4.14.3.4 A observação e a ajustagem do tiro ocorrem em qualquer tipo de operação de guerra.

8.4.5.15 Identificação, localização e designação de alvos

- A capacidade de engajar alvos além do alcance das armas antiaéreas inimigas possibilita o emprego de SARP como dispositivo para a identificação, a localização, a designação de alvos para armamentos de alta performance e precisão, tais como foguetes, mísseis guiados a *laser* e outras tecnologias.
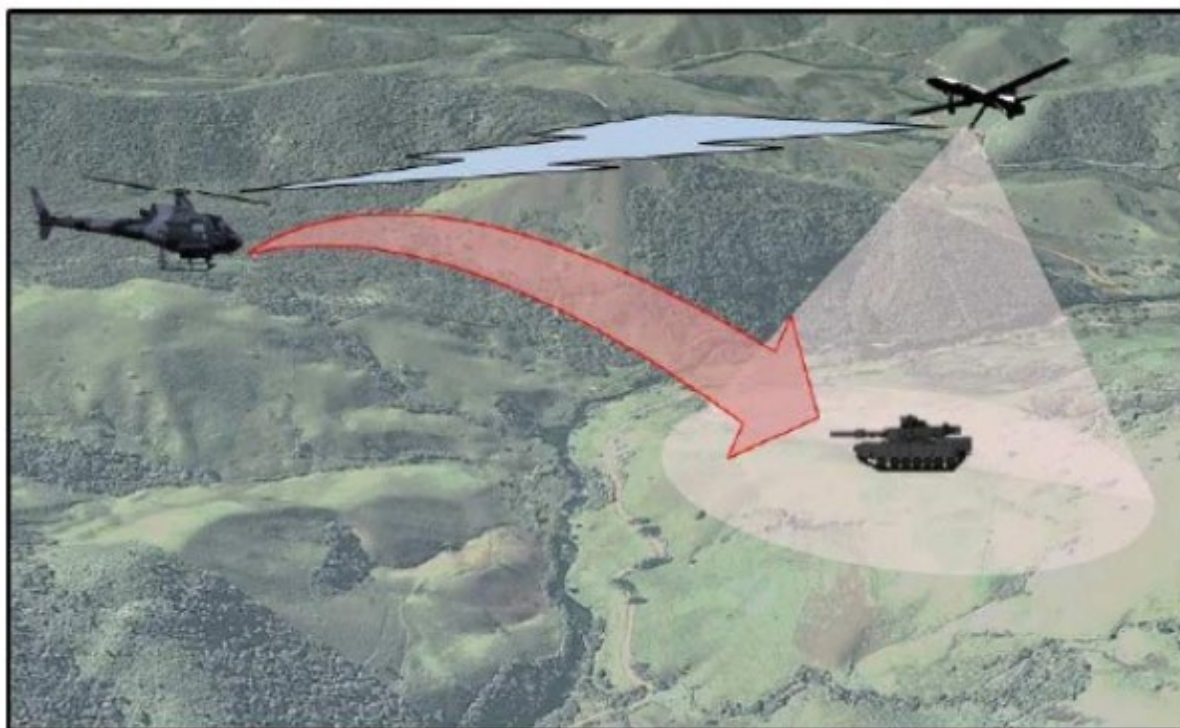
Fig 8-7- Identificação, localização e designação de alvos (ILDA).

8.5 OPERAÇÕES DEFENSIVAS

8.5.1 São operações realizadas para conservar a posse de uma área ou território, ou negá-los ao inimigo e, também, garantir a integridade de uma unidade ou meio.

- Normalmente, neutraliza ou reduz a eficiência dos ataques inimigos sobre meios ou territórios defendidos, infligindo-lhe o máximo de desgaste e desorganização, buscando criar condições mais favoráveis para a retomada da ofensiva.

8.5.2 Nas operações defensivas, o Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP) oferece várias oportunidades de emprego semelhantes às descritas nas operações ofensivas, mas com foco na proteção e defesa do território ou das forças aliadas.

8.5.3 FINALIDADES PRINCIPAIS

- As operações defensivas empregam todos os meios disponíveis para buscar uma vulnerabilidade inimiga e mantêm suficiente flexibilidade em seu planejamento para explorá-la, tendo por finalidades principais:

a) ganhar tempo, criando condições mais favoráveis a operações futuras;
b) impedir o acesso do inimigo a determinada área ou infraestrutura;
c) destruir forças inimigas ou canalizá-las para uma área onde possam ser neutralizadas;
d) reduzir a capacidade de combate do inimigo;
e) economizar meios em benefício de operações ofensivas em outras áreas; e
f) obrigar uma força inimiga a se concentrar de forma que seja mais vulnerável às nossas forças.

8.5.4 POSSIBILIDADES DE EMPREGO DOS SARP NAS OPERAÇÕES DEFENSIVAS

8.5.4.1 Detecção e Monitoramento de Ameaças

8.5.4.1.1 O SARP poderá ser utilizado para monitorar áreas estratégicas e detectar atividades suspeitas ou movimentação de tropas inimigas. Esse uso permite uma vigilância constante do perímetro defensivo, possibilitando a identificação precoce de possíveis incursões ou ataques.

8.5.4.1.2 Tem como objetivo garantir a detecção antecipada de ameaças para permitir uma resposta defensiva rápida e eficaz, minimizando o risco de surpresa.

8.5.1.2 Reconhecimento de Áreas Defensivas

8.5.1.2.1 Visa realizar reconhecimento contínuo de áreas-chave para identificar possíveis pontos vulneráveis ou onde o inimigo pode tentar infiltrar-se. Isso inclui monitorar possíveis rotas de ataque e observar mudanças no terreno.

8.5.1.2.2 Tem como objetivo levantar informações visando ao fortalecimento das posições defensivas com base em dados em tempo real, ajustando o posicionamento de tropas e defesas, conforme necessário.

8.5.1.3 Reconhecimento de Pontos Críticos

8.5.1.3.1 Visa empregar o SARP para realizar reconhecimento de infraestruturas críticas, como pontes, desfiladeiros, florestas ou vias de acesso que podem ser utilizadas pelo inimigo para ataques. Isso inclui a verificação de possíveis emboscadas ou minas.

8.5.1.3.2 Tem como objetivo garantir a segurança de pontos estratégicos, fornecendo uma observação antecipada de áreas que podem ser alvos de ações inimigas.

8.5.1.4 Identificação de Forças Inimigas

8.5.1.4.1 Visa utilizar sensores avançados do SARP (como visão térmica ou infravermelha) para distinguir entre forças amigas, inimigas e civis, especialmente em ambientes complexos como áreas urbanas ou de floresta densa.

8.5.1.4.2 Tem como objetivo evitar erros de identificação, como atacar forças amigas ou civis, e garantir que a resposta defensiva seja dirigida contra forças inimigas com precisão.
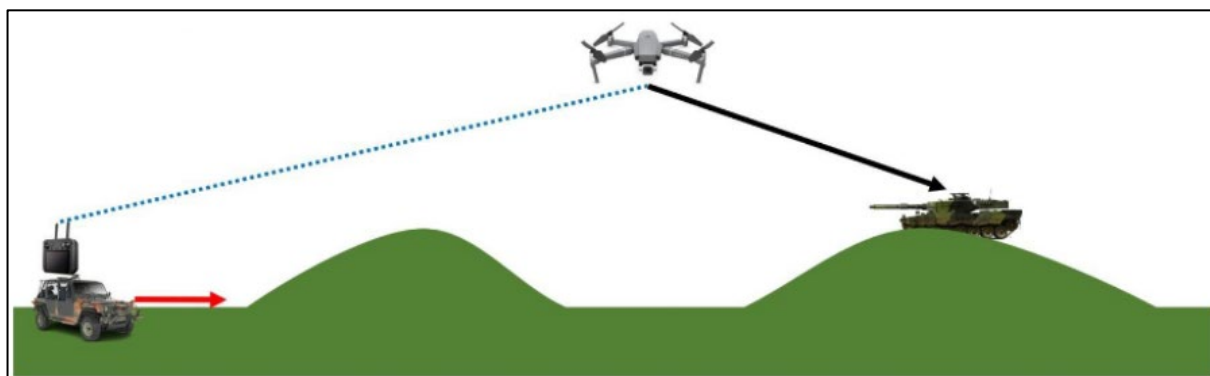
Fig 8-8 - Identificação de Forças Inimigas.

8.5.1.5 Reconhecimento de Forças Inimigas

8.5.1.5.1 Visa identificar as forças inimigas em aproximação, suas formações e capacidades de combate, como artilharia ou blindados, antes que as forças inimigas cheguem às linhas defensivas.

8.5.1.5.2 Tem como objetivo oferecer uma visão detalhada do posicionamento do inimigo, permitindo ajustar as estratégias de defesa ou solicitar apoio de fogo com coordenadas precisas.

8.5.1.6 Vigilância Noturna e de Baixa Visibilidade

8.5.1.6.1 Quanto ao emprego, visa empregar o SARP equipado com sensores de visão noturna ou térmica para monitorar o perímetro defensivo em condições de pouca luz ou visibilidade reduzida.

8.5.1.6.2 Tem como objetivo fornecer vigilância contínua durante a noite ou em condições de neblina, fumaça ou tempestades de areia, mantendo a defesa alerta contra ataques furtivos.
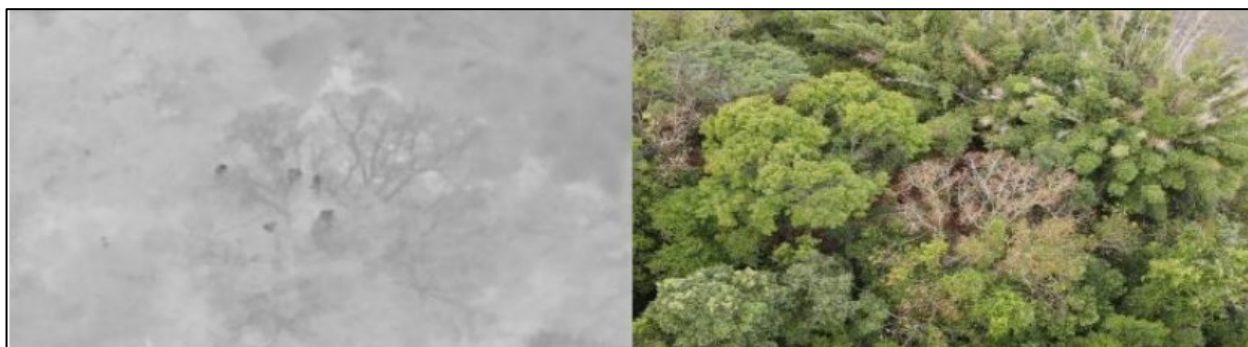
Fig 8-9 - Vigilância noturna e de baixa visibilidade.

8.5.1.7 Detecção de Infiltração Inimiga

8.5.1.7.1 Visa usar o SARP para patrulhar áreas com potencial de infiltração de pequenas unidades inimigas ou forças especiais, que possam tentar atravessar o perímetro defensivo.

8.5.1.7.2 Tem como objetivo evitar a surpresa ao detectar pequenas forças antes que possam se aproximar das posições defensivas, dando tempo para uma resposta apropriada.
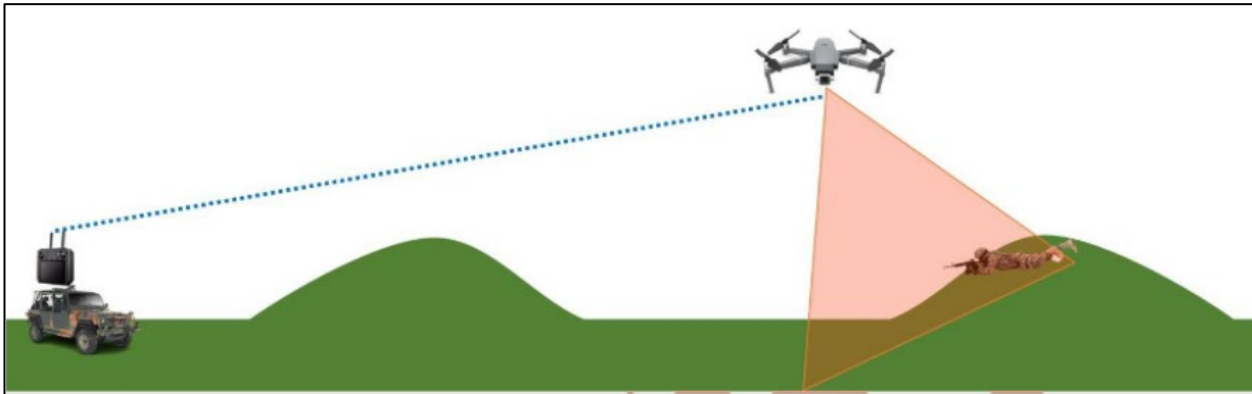
Fig 8-10 - Detecção de Infiltração Inimiga.

8.5.1.8 Suporte na Defesa Contra Emboscadas e Ataques Surpresa

8.5.1.8.1 Visa realizar sobrevoos em áreas onde há potencial para emboscadas inimigas, como em vales, florestas, desfiladeiros e áreas de trânsito de tropas defensivas.

8.5.1.8.2 Tem como objetivo prevenir ataques surpresa, permitindo que as forças defensivas reajam antes de serem emboscadas ou flanqueadas.

8.5.1.9 Avaliação de Danos Pós-Combate

8.5.1.9.1 Após um ataque inimigo ou uma manobra defensiva, o SARP pode ser usado para avaliar os danos em estruturas, equipamentos e tropas, bem como para verificar o estado do inimigo remanescente.

8.5.1.9.2 Tem como objetivo fornecer uma avaliação rápida e precisa dos danos para facilitar decisões rápidas sobre reestruturação das defesas ou sobre a necessidade de retirada ou reforço.

8.5.1.10 Cobertura e Apoio a Movimentos de Reforço

8.5.1.10.1 Visa empregar o SARP para monitorar áreas ao redor de forças amigas em movimento, especialmente quando estão reforçando ou se retirando de posições defensivas. O SARP pode identificar ameaças que se aproximam e proporcionar suporte de vigilância para uma retirada segura.

8.5.1.10.2 Tem como objetivo garantir a segurança dos reforços e a integridade das linhas defensivas durante movimentações estratégicas.

8.5.1.11 As formas de empregar o SARP em operações defensivas, apresentadas acima, fornecem um alto nível de vigilância e segurança, garantindo que as forças defensoras estejam sempre um passo à frente, especialmente em situações de risco ou surpresa. A capacidade de monitorar em tempo real e a identificação precisa de ameaças tornam o SARP um ativo essencial em operações de defesa.

8.6 OPERAÇÕES DE ESTABILIZAÇÃO

8.6.1 No contexto das Operações de Estabilização, as Operações de Apoio ao Estado visam a atender às missões constitucionais e a outras atribuições estabelecidas por instrumentos legais, que determinam a garantia dos poderes constitucionais, o apoio à política exterior do país e o cumprimento das atribuições subsidiárias das FA, compondo-se de atribuições gerais e particulares.

8.6.2 A utilização de SARP nessas operações é realizada com o objetivo de aumentar a eficácia das ações militares em ambientes urbanos.

- O SARP, particularmente o Catg 0, é empregado para apoiar a tomada de decisões, proporcionando uma consciência situacional aprimorada e minimizando a exposição das tropas a riscos desnecessários.
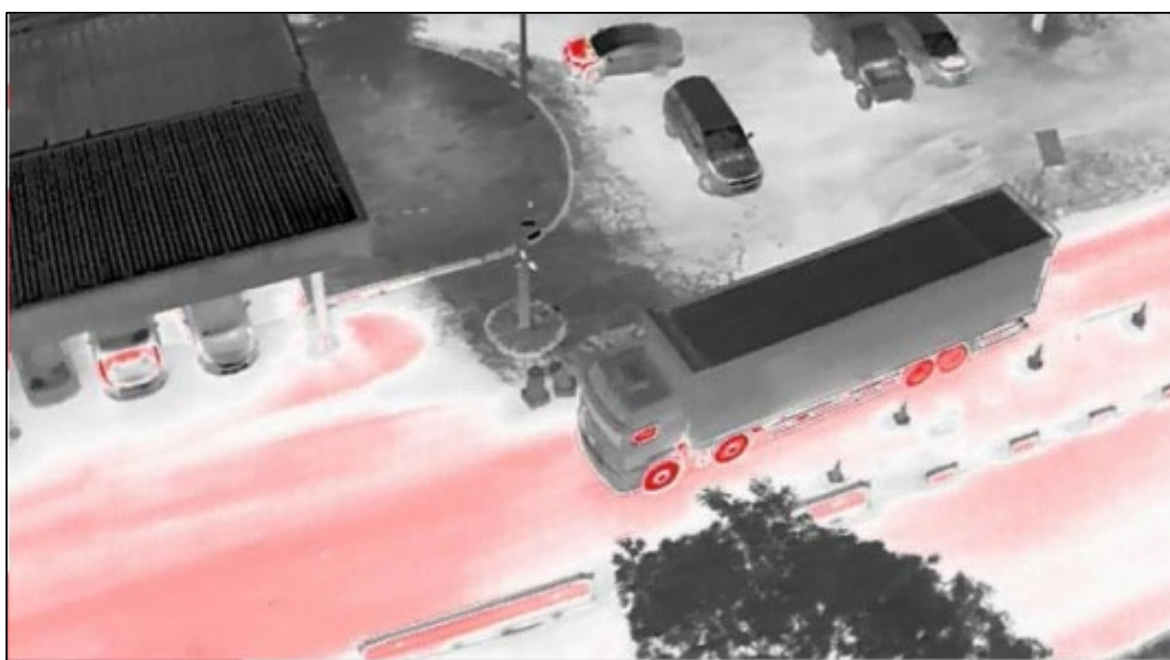
Fig 8-12 - PBCV em apoio à PRF (uso de visão infravermelha).

8.6.3 PRINCIPAIS ASPECTOS A SEREM OBSERVADOS NO EMPREGO DO SARP CATG 0:

a) Reconhecimento e Vigilância:
   - o SARP é utilizado para realizar reconhecimento das áreas de ação, permitindo a identificação de ameaças e a coleta de informações em tempo real.
   - Isso é crucial em ambientes urbanos, onde a distinção entre civis e elementos armados pode ser difícil.

b) Coordenação e Controle do Espaço Aéreo:
- Durante as operações, o controle do espaço aéreo é gerenciado por células específicas que garantem a segurança dos voos dos SARP em conjunto com outras aeronaves, evitando incidentes e maximizando a eficácia das operações.

c) Transmissão de Imagens em Tempo Real:
- As imagens capturadas pelo SARP podem ser transmitidas em tempo real para os comandantes em solo, permitindo uma melhor coordenação e resposta às situações que surgem durante as operações.

d) Redução de Riscos:
- O uso do SARP permite que as tropas realizem ações de reconhecimento e vigilância sem se expor diretamente ao fogo inimigo, aumentando a segurança dos militares e reduzindo o risco de baixas.

e) Apoio à Decisão:
- O informe obtido por meio do SARP é fundamental para o planejamento e a execução das operações, permitindo que os comandantes tomem decisões informadas e rápidas.

f) Metodologia de Emprego:
- Inclui a formação de equipes específicas para operar os sistemas e a definição de fluxos de comunicação claros entre as frações em ação e as equipes de SARP.

8.6.4 A utilização do SARP nas operações de garantia da lei e da ordem é uma estratégia que visa aumentar a eficácia operacional, melhorar a segurança das tropas e proporcionar uma melhor consciência situacional, sendo uma ferramenta valiosa em contextos de combate urbano.

8.7 OPERAÇÕES EM AMBIENTE URBANO

Fig 8-13 - Utilização do SARP em operações em ambientes urbanos.

8.7.1 A ARP pode ampliar a área de segurança e proporcionar uma visão abrangente, facilitando a tomada de decisão e aumentando a efetividade das operações em ambientes urbanos.

- Para maximizar seu uso, é importante garantir que haja disponibilidade de múltiplas unidades de ARP, com uma sempre em operação e outra pronta para substituir a anterior, assegurando, assim, a continuidade das missões.

8.7.2 ISOLAMENTO E NO PROGRESSO NO INTERIOR DE LOCALIDADES

- O Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP) pode ser empregado no isolamento e no progresso no interior de localidades em operações em áreas edificadas de várias maneiras eficazes, a saber:

a) Vigilância Aérea:
   - O SARP pode realizar patrulhas aéreas para monitorar o perímetro de uma localidade.
   - Isso permite identificar e rastrear movimentações suspeitas, ajudando a determinar as melhores estratégias de isolamento.

b) Criação de Canais de Comunicação:
   - Durante operações de isolamento, o SARP pode servir como um ponto de retransmissão de comunicações, garantindo que as equipes em solo mantenham contato constante e eficaz, mesmo em áreas onde as comunicações possam ser prejudicadas por obstáculos urbanos.

c) Mapeamento e Análise de Terreno:
   - O uso de câmeras e sensores na aeronave pode permitir a criação de mapas detalhados da área, ajudando a identificar pontos críticos, rotas de acesso e possíveis saídas para inimigos, facilitando o planejamento do isolamento.

d) Monitoramento de Acesso e Egressos:
   - O SARP pode ser utilizado para monitorar as entradas e as saídas da localidade, controlando o fluxo de pessoas e veículos e garantindo que apenas indivíduos autorizados tenham acesso.

e) Avaliação de Risco em Tempo Real:
   - Durante o isolamento, o SARP pode fornecer informações em tempo real sobre a situação na área, permitindo uma resposta rápida a qualquer ameaça emergente ou mudança nas condições;

f) Reconhecimento Avançado:
   - O SARP pode ser enviado à frente das tropas para realizar reconhecimento em tempo real.
   - Isso permite identificar ameaças, obstáculos e pontos de interesse antes que as tropas se aproximem, reduzindo o risco de emboscadas.

g) Monitoramento de Rotas:
   - Durante a progressão, o SARP pode monitorar rotas específicas, alertando a tropa sobre quaisquer mudanças na situação, como movimentações inimigas ou bloqueios inesperados.

I) Coordenação Tática:
   - A visão aérea fornecida pelo SARP pode ser crucial para a coordenação das tropas em diferentes níveis.
   - Os comandantes podem usar as imagens transmitidas para ajustar as formações e estratégias de avanço.

8.8 PROTEÇÃO DE ESTRUTURAS ESTRATÉGICAS E PONTOS SENSÍVEIS

8.8.1 Estruturas estratégicas e pontos sensíveis são ocupados pela tropa com a finalidade de manter a instalação em pleno funcionamento, estabelecendo segurança em todas as direções.

8.8.2 A partir desse local, a tropa pode projetar poder de combate, além de cumprir outras missões. Essas missões variam de uma simples operação presença até servir de base de operações.
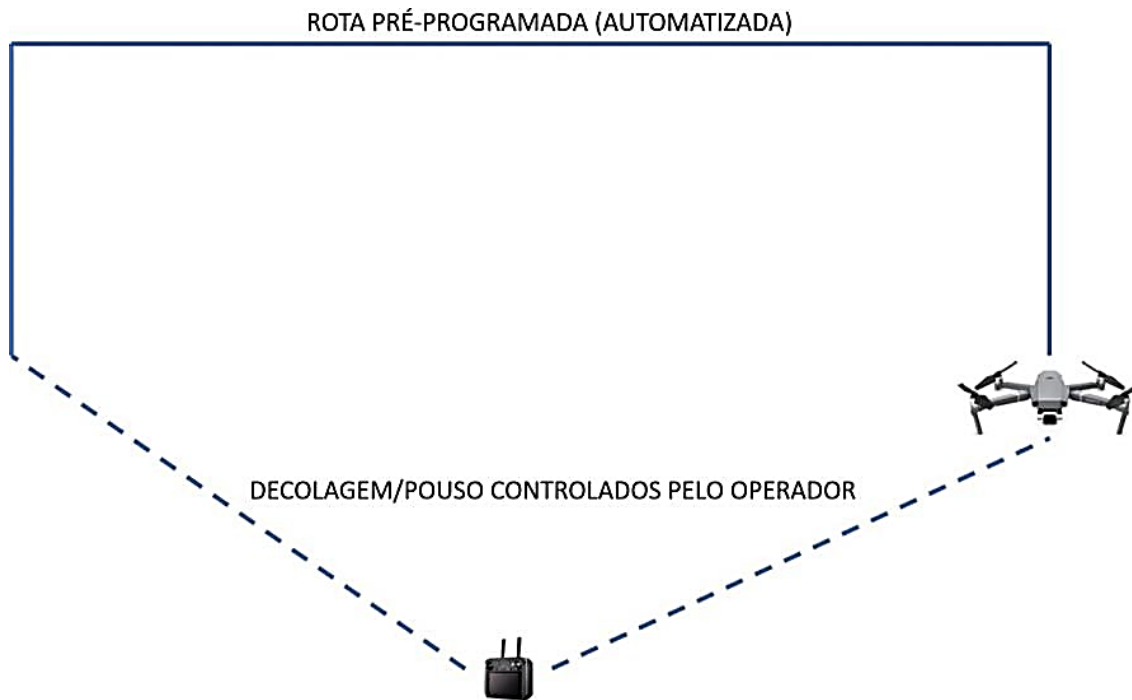
Fig 8-14 - Rota pré-programada.

8.8.3 A tropa presente na instalação emprega o SARP Catg 0 para auxiliar na segurança da instalação.

- Nesse caso, o equipamento proporciona uma ampliação da área protegida, possibilitando a emissão de alerta oportuno, além de facilitar a escolha da melhor linha de ação pelo comandante da fração para fazer frente a possível ameaça.

8.8.4 Outro emprego dos SARP Catg 0 é no apoio à tropa quando esta realizar a segurança fora da estrutura a ser protegida.

- Nesta missão é necessário que a distância entre a tropa e a estrutura esteja dentro do alcance de utilização do material.

8.8.5 Neste tipo de operação, deve-se atentar para a autonomia de voo do equipamento, usando a ARP com economicidade.

- Cresce de importância a oportunidade De o pelotão dispor de duas ARP, uma em operação e outra em condições de substituir a primeira.
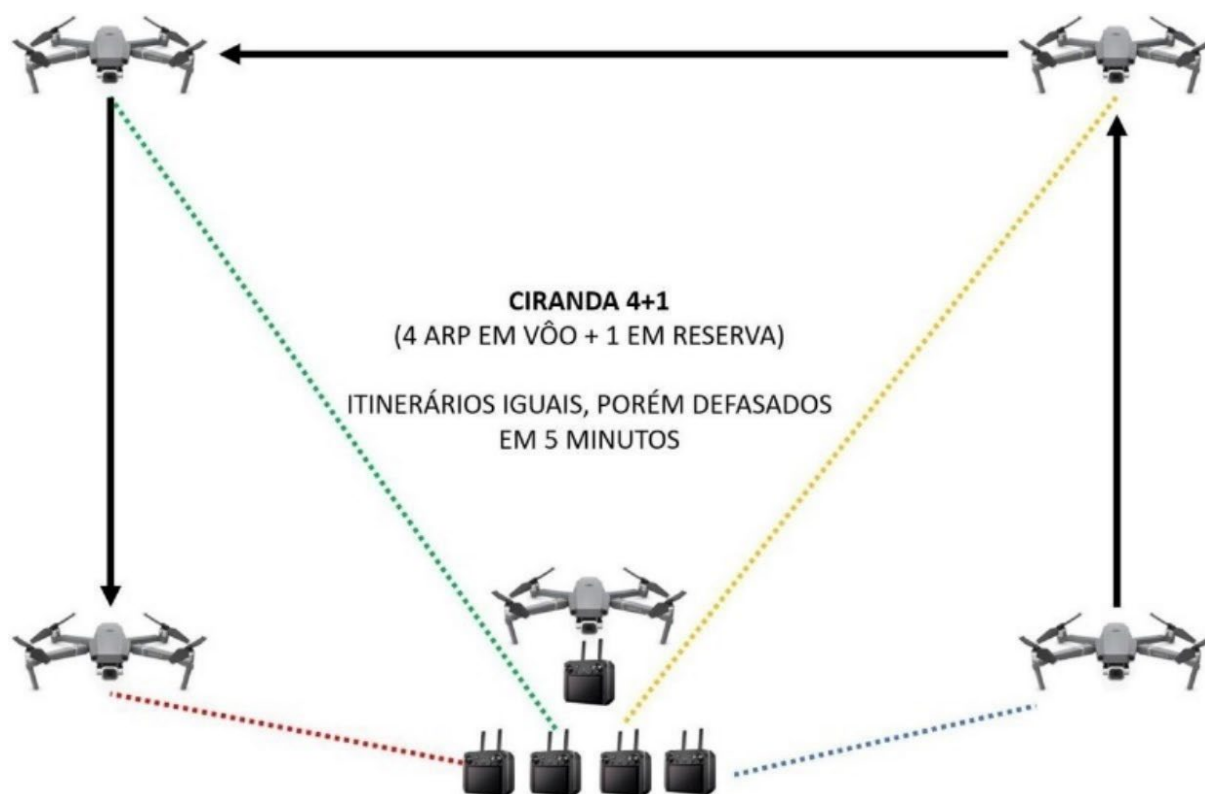
Fig 8-15 - Ciranda de Vigilância.

8.9 COORDENAÇÃO E CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO DURANTE AS OPERAÇÕES

8.9.1 A coordenação da terceira dimensão do Espaço de Batalha visa garantir o maior grau de liberdade de ação possível a todos os meios que dela se utilizam, preservando o efeito sinérgico do emprego de múltiplas plataformas e sistemas, enquanto se preserva a segurança nas operações. Ou seja, o objetivo é permitir que todos os vetores aéreos evoluam de forma harmônica entre si, evitando fratricídio e acidentes aeronáuticos.

8.9.2 A parcela da terceira dimensão que interessa às operações terrestres corresponde ao espaço sobre o qual a F Ter aplica o seu poder de combate, por onde circulam meios e vetores de sua dotação, tais como aeronaves (tripuladas ou não), mísseis e outros projéteis de artilharia.

8.9.3 O espaço aéreo pode ser compartilhado ou segregado. Através da expedição de NOTAM, ele será compartilhado quando operado por vários usuários e segregado quando destinado a um usuário exclusivo. Essa classificação tem especial relevância para o emprego dos SARP, tendo em vista a possibilidade de compartilhamento ou não do espaço aéreo entre essas aeronaves e as aeronaves civis e militares tripuladas.

8.9.4 O espaço aéreo do TO/A Op é dividido em porções que são destinadas a um ou mais usuários, sendo a sua utilização coordenada no tempo e no espaço por procedimentos preestabelecidos e por controle efetivo por meios eletrônicos (rádio, radar etc).

8.9.5 O emprego de SARP requer o mesmo tratamento dispensado a um sistema aéreo tripulado, particularmente no que concerne à utilização do espaço aéreo.

8.9.6 A dinâmica para o controle do espaço aéreo no emprego dos SARP segue o previsto nas publicações doutrinárias da Aviação do Exército e do Comando da Aeronáutica (ICA 100-11- Plano de voo, MCA 100-11- Preenchimento de Formulários de Plano de Voo, ICA 100-13 - Regras de Tráfego Aéreo para Circulação Operacional Militar, e ICA 100-40- Aeronaves não tripuladas e o acesso ao espaço aéreo brasileiro).P. Além das precipitações, que inviabilizam a decolagem, a neblina e o vento são decisivos para a definição de rotas de navegação, particularmente pela estabilidade da aeronave e pelo ruído produzido, que podem denunciar prematuramente o SARP.

CAPÍTULO IX

MANUTENÇÃO

9.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

9.1.1 A manutenção do SARP Catg 0 é essencial para garantir a segurança, a eficiência e a durabilidade do equipamento.

9.1.2 A manutenção do SARP requer atenção cuidadosa a uma série de considerações gerais que garantem a segurança e a eficácia das operações.

9.1.3 Primeiramente, é necessário seguir as recomendações do fabricante, que incluem diretrizes específicas sobre inspeções, limpeza e substituição de peças.

9.1.4 Além disso, o registro detalhado de todas as atividades de manutenção é crucial para monitorar o histórico do equipamento e facilitar a identificação de padrões de desgaste.

9.1.5 As condições ambientais em que as ARP operam, como temperaturas extremas, exposição a umidade e regiões empoeiradas, também devem ser levadas em conta, pois podem impactar o desempenho e a integridade dos componentes.

9.2 ESCALÕES DE APOIO

9.2.1 MANUTENÇÃO DE 1º ESCALÃO

9.2.1.1 Definição

- Compreende as ações de manutenção orgânica desempenhadas pelo usuário e/ou operador do MEM e pela Organização Militar (OM), com os meios orgânicos disponíveis, visando manter o material em boas condições de apresentação e funcionamento.

9.2.1.2 Engloba tarefas mais simples das atividades de manutenção preventiva e corretiva com ênfase nas ações de conservação do MEM, conforme exemplos a seguir:

a) ações de manutenção de pista;
b) inspeções pré, inter e pós-voo;
c) controles visuais de bom funcionamento; e
d) limpezas e reajustes simples.

9.2.2 MANUTENÇÃO DE 2º ESCALÃO

9.2.2.1 Compreende as ações de manutenção orgânica, realizadas pelas SU Mnt Sup ou Pel Mnt Anv/SU Cmdo Ap, ultrapassando as capacidades dos usuários responsáveis pelo material.

9.2.2.2 Engloba tarefas das atividades de manutenção preventiva e corretiva, com ênfase na reparação do MEM que apresente necessidade de manutenção ainda de 1º nível, conforme exemplos a seguir:

a) ações de manutenção de hangar com duração média inferior a duas semanas;
b) inspeções periódicas complementares;
c) testes, reajustes e trocas de componentes instalados no Sistema; e
d) pesquisa de panes de baixa complexidade.

9.2.3 MANUTENÇÃO DE 3º ESCALÃO

9.2.3.1 Definição

- Compreende as atividades de manutenção de campanha, realizadas pelo B Mnt Sup Av Ex, operando em instalações fixas, próprias ou mobilizadas.

9.2.3.2 Envolve algumas das tarefas de atividade de manutenção corretiva com ênfase na recuperação do MEM que apresente necessidade de manutenção de 2º nível, conforme exemplos a seguir:

a) ações de manutenção básicas de hangar com duração média entre 3 (três) semanas e 3 (três) meses;
b) ações de manutenção simples em oficinas;
c) inspeções periódicas básicas;
d) reparos simples em componentes;
e) reparos estruturais simples;
f) serviços de pintura; e
g) pesquisa de panes no Sistema.

9.2.4 MANUTENÇÃO DE 4º ESCALÃO

9.2.4.1 Definição

- Compreende as atividades de manutenção de retaguarda, realizadas pelo B Mnt Sup Av Ex (se autorizado) e oficinas certificadas e/ou indústrias civis especializadas.

9.2.4.2 Engloba tarefas de atividade de manutenção modificadora, com ênfase na recuperação do MEM, envolvendo projetos específicos de engenharia, que apresente necessidade de manutenção de 3º nível, conforme exemplos a seguir:

a) ações de manutenção profunda em oficinas;
b) grandes inspeções periódicas;
c) análises e testes em óleos, fluidos e outros líquidos básicos para o funcionamento de componentes mecânicos e hidráulicos;
d) revisão geral, testes e reparos complexos em componentes;
f) fabricação de componentes simples;
g) reparos estruturais complexos;
h) pintura completa da aeronave; e
i) reconstrução, modernização, modificação e revitalização do Sistema e de seus componentes.

9.3 VIDA ÚTIL

9.3.1 Para maximizar a vida útil da ARP, o operador deve manter alguns cuidados durante o manejo, a manutenção, o armazenamento e o transporte, conforme mencionados a seguir.

9.3.2 MANEJO E MANUTENÇÃO

a) Não voar em condições climáticas severas, como tempestades, ventanias ou neve;
b) Não permitir que a câmera entre em contato e nem seja imersa em água ou outros líquidos. Caso seja molhada, seque-a com um pano seco, macio e absorvente. Ligar uma ARP que tenha caído na água pode causar danos permanentes aos componentes;
c) Não usar a ARP em ambientes úmidos ou empoeirados;
d) Antes, durante e após voo verificar se a lente do sensor óptico e dos sensores estão limpos e sem manchas;
e) Não utilizar substâncias que contenham álcool, benzina, diluentes ou outras substâncias inflamáveis para limpar ou efetuar a manutenção dos sensores e botões;
f) Para a remoção de poeira utilizar pincel de cerda de pelo de 1 Pol;
g) Para a remoção de poeira ou objetos estranhos do motor utilizar jato de ar;
h) Para a remoção de água ou lama utilizar um pano macio, limpo e absorvente;
i) A bateria deverá ser limpa com pincel e panos secos e limpos, podendo ser aplicado em seus contatos álcool isopropílico em *spray* e aguardando a total secagem antes de conectar na ARP;
j) A bateria deverá ser carregada a cada 20 dias ou menos, sendo constatado valor de carga a seguir de 20%;
k) NÃO ligue ARP a qualquer interface USB de uma versão inferior a 3.0; e
l) Quando não estiver operando, guardar a ARP sempre em um ambiente seco e seguro.

9.3.3 ARMAZENAMENTO

9.3.3.1 Bateria de voo inteligente e o controle de voo

a) Guardar em local frio, seco e abrigado da luz solar direta para garantir que a bateria LiPo não sobreaqueça;
b) temperatura de armazenamento recomendada entre 22 e 28 °C (71 e 82 °F) para períodos de armazenamento superiores a três meses;
c) Nunca guardar em ambientes fora do intervalo de temperaturas de -20 a 45 °C (-4 a 113 °F);
d) NÃO guardar as baterias em ambientes eletrostáticos ou eletromagnéticos fortes, caso contrário, a placa de controle da bateria pode não funcionar adequadamente e causar acidentes durante o voo;
e) Se o aviso de bateria fraca for exibido, carregue a bateria até ela atingir entre 40% e 60% de carga antes de guardá-la por muito tempo.
f) NÃO armazenar a bateria por um longo período após a descarga. Fazê-lo poderá descarregar a bateria excessivamente e causar danos irreparáveis à célula da bateria.
g) NÃO deixe uma bateria perto de fontes de calor como um forno ou aquecedor.
h) Mantenha as baterias longe de objetos metálicos, como óculos, relógios, joias e grampos de cabelo.
i) Remova as baterias da ARP quando ela for armazenada por um longo período.
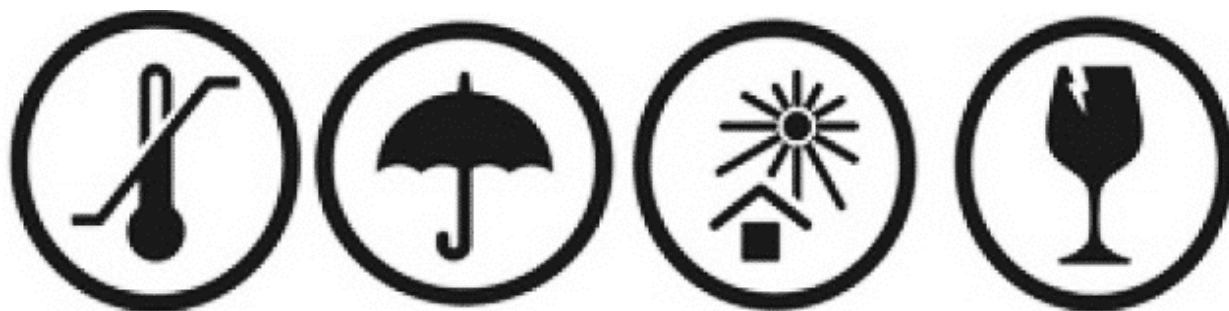
Fig 9-1- Cuidados com a bateria.

9.3.3.2 Sensor Óptico (câmera)

a) NÃO guardar em locais úmidos ou empoeirados;
b) Mantenha dentro das embalagens de transporte e ambiente refrigerado.
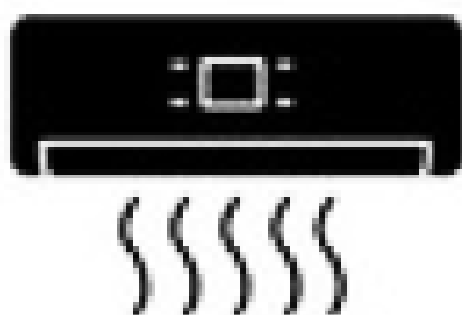
Fig 9-2- Cuidados com o sensor óptico.

9.3.3.3 Transporte

9.3.3.3.1 Hélices

- Para evitar danificar as hélices, coloque a ARP na direção mostrada na *case* e armazenamento durante o transporte. Não aperte nem dobre as hélices. O desempenho do voo será afetado se as hélices estiverem danificadas.

9.3.3.3.2 Pinos de controle de voo

- Para evitar danos, é recomendável que os pinos de controle sejam removidos e guardados em seus compartimentos de armazenamento do controle remoto durante o transporte ou o próprio armazenamento.

9.3.3.3.3 Bateria

- Não transporte material metálico ou qualquer outro material que propicie o fechamento do curto das mesmas e, nas embalagens de transporte, sempre mantenha os sachês de desumidificador (sílica gel).

9.3.3.3.4 Sensor Óptico (câmera)

- Sempre transportar com o *blank* do estabilizador do sensor óptico.
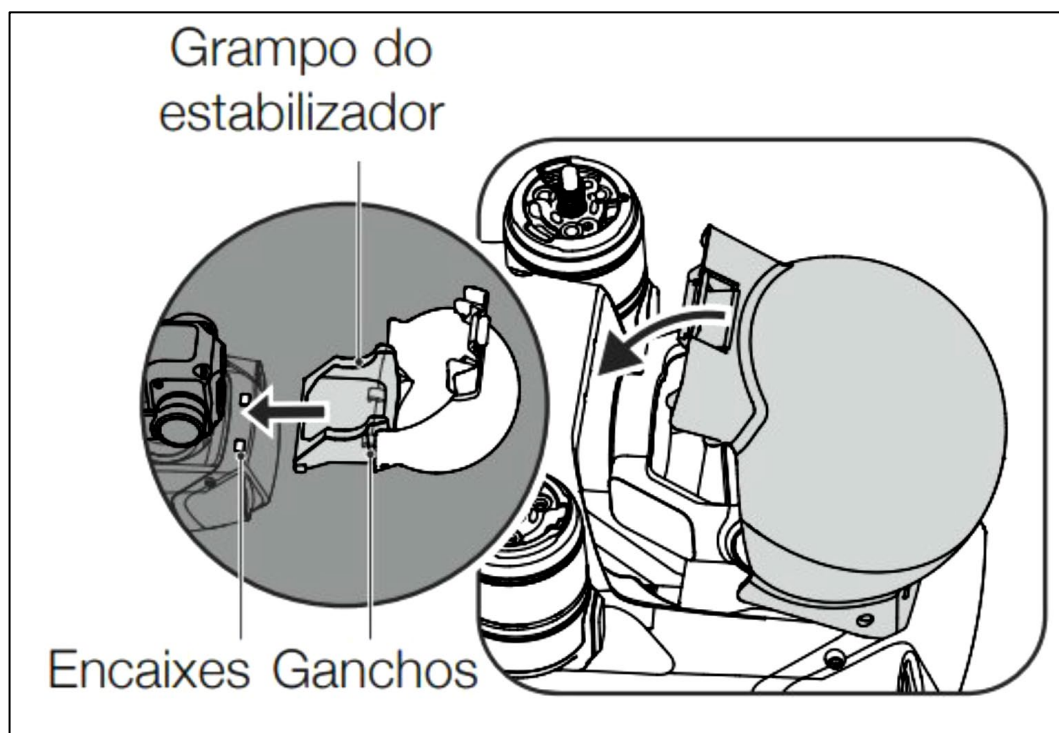
Fig 9-3 - *Blank* do estabilizador do sensor óptico.

9.4 MANUTENÇÃO DE 1º ESCALÃO

9.4.1 MANUTENÇÃO PREVENTIVA

9.4.1.1 A manutenção preventiva do SARP é crucial para ajudar a identificar e corrigir problemas antes que se tornem falhas graves, reduzindo o risco de acidentes durante operações.

9.4.1.2 Isso não apenas garante a segurança do equipamento, mas também protege a integridade física.

9.4.1.3 Ao operador só se destina a manutenção de 1º escalão, limitando-se a realizar os procedimentos a seguir:

a) aperto em todos os parafusos da ARP, gimbal e controle;
b) limpeza de poeiras que comprometam o funcionamento;
c) lubrificação dos rolamentos dos motores da ARP;
d) *check-up* das hélices;
e) *check-up* geral da estrutura e peças eletrônicas e mecânicas;
f) calibração de centralização e nivelamento da ARP;
g) calibração e centralização e nivelamento do gimbal;
h) calibração e verificação de sensores de visão e sensores anticolisão;
i) lubrificação de molas e dobradiças de braços;

j) atualização de *firmware* da ARP;
k) atualização de *firmware* do gimbal;
l) atualização de *firmware* das baterias;
m) atualização de *firmware* do controle;
n) verificação de vida útil e ciclos de carga das baterias da ARP;
o) verificação de vida útil e ciclos de carga das baterias do controle;
p) verificação da integridade das hélices da ARP;
q) limpeza das câmeras; e
r) verificação da qualidade da imagem em fotos e vídeos.

9.4.2 MANUTENÇÃO CORRETIVA

9.4.2.1 Definição

- A manutenção corretiva é quando alguma parte física danificou, quando a ARP sofrer alguma queda, parar de funcionar ou qualquer outro dano mais grave, o qual precise de conserto ou substituição.

9.4.2.2 É quando o equipamento já apresenta problemas, como na ocorrência das seguintes irregularidades:

a) queda do equipamento com avarias estruturais e eletrônicas;
b) avisos anormais frequentes, em geral, durante o voo;
c) acúmulo de sujeira nos motores do ARP e gimbal;
d) voos instáveis mesmo em condições adequadas;
e) não manutenção da posição em modo de voo GPS;
f) desalinhamento do gimbal/câmera;
g) avarias em geral nas hélices;
h) perda de conexão com o controle em curtas distâncias;
i) frouxidão na antena do controle;
j) perda de sinal de vídeo em curtas distâncias;
k) perda de sinal de satélites de GPS;
l) problemas em calibração de bússola;
m) solicitação de atualização de *firmwares* (ARP, controle e baterias);
n) falhas nas imagens e vídeos;
o) problemas de gravação ou transmissão da imagem;
p) trincas em carcaças e trens de pouso;
q) problemas em molas, dobradiças e partes mecânicas em geral;
r) motores empenados, fracos ou desalinhados;
s) picos de descarga de energia das baterias em voo;
t) frouxidão excessiva em parafusos;
u) barulhos anormais em geral;
v) falha dos sensores anticolisão;
w) falha frequente em qualquer das funções da ARP e controle; e
x) avisos de erros relacionados à bateria da ARP e controle.

9.4.2.3 Verifique todas as peças da ARP após qualquer acidente ou colisão violenta.

- Se tiver algum problema ou dúvida, contacte um escalão de manutenção, o B Mnt Sup Av Ex.

9.5 CONTROLE DO MATERIAL

9.5.1 VERIFICAR REGULARMENTE OS INDICADORES DO NÍVEL DA BATERIA PARA VER O NÍVEL ATUAL DE CARGA DA BATERIA E A DURAÇÃO TOTAL DA BATERIA.

9.5.1.1 A bateria tem uma vida útil estimada de 200 ciclos.

9.5.1.2 Não se recomenda a utilização após este período. Consulte as diretrizes de segurança da bateria de voo inteligente no manual do fabricante para obter mais informações sobre a manutenção e utilização segura da bateria.

9.5.2 REGISTRO EM UMA PLANILHA FÍSICA E DIGITAL

- Para fins de controle da vida útil do material e para futuro banco de dados no SisMnt, aconselha-se a efetuar registro em uma planilha física e digital conforme os modelos dos Anexos “D” e “E”.

9.5.3 LOCALIZAÇÃO DO *SERIAL NUMBER* (SN) DOS MATERIAIS:

Fig 9-4 - Localização do SN na bateria, no controle remoto e no braço da ARP da esquerda para a direita, respectivamente.

Fig 9-5 - Localização do SN no alojamento da bateria e na embalagem de transporte da esquerda para a direita, respectivamente.

9.6 TRANSPORTE

9.6.1 O SARP deverá sempre ser transportado dentro de sua caixa de acondicionamento, com o intuito de aumentar sua vida útil.

Fig 9-6 - Caixa de transporte no bagageiro de uma VBMT LSH 4X4.

Fig 9-7- Caixas de transporte acondicionadas na VBTP - MR GUARANI 6X6.

9.6.2 A forma de acondicionamento da caixa de transporte na Vtr dependerá do tipo de Vtr empregada.

9.6.3 Dentro da viatura a caixa de transportada deverá ser fixada para evitar choques desnecessários do equipamento.

CAPÍTULO X

MEIOS ANTI-SARP

10.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

10.1.1 A defesa anti-SARP compreende um conjunto de medidas passivas e medidas ativas que têm por finalidade proteger a tropa da ação de SARP.

- A primeira refere-se essencialmente à conduta da tropa para evitar a sua detecção e engajamento por estes meios, já a segunda sobre um conjunto de ações para detecção, identificação e destruição dos SARP inimigos.

10.1.2 O conhecimento das possibilidades dos meios de defesa anti-SARP permitirá o emprego dos meios SARP da Força Terrestre na sua plenitude.

10.2 MEDIDAS PASSIVAS DE DEFESA ANTI-SARP

10.2.1 As medidas passivas aumentam a chance de sobrevivência, reduzindo a possibilidade de detecção e engajamento por SARP inimigos. Estas medidas incluem camuflagem, dissimulação, dispersão dos meios, mudança de posição e proteção dos meios.

10.2.2 CAMUFLAGEM

10.2.2.1 Os sensores para detecção mais comuns nos SARP são óticos.

- Quanto mais uma viatura se assemelha ao ambiente em que será empregada, mais difícil será sua detecção pelos SARP.

10.2.2.2 No período noturno, sensores infravermelhos podem detectar fontes de luz e calor a grandes distâncias.

- Sendo assim, durante a ocupação de posições de combate, o inimigo evitará o acendimento de fogueiras e luzes desnecessárias.

10.2.2.3 No mesmo sentido, a utilização da vegetação natural reduz a exposição do calor gerado pelas viaturas, além de ocultá-las, dificultando a detecção pelos SARP.

10.2.2.4 Com o desenvolvimento de novas tecnologias, foram desenvolvidas as chamadas redes de camuflagem multiespectrais.

- A inovação apresenta uma série de características que a distingue das soluções de camuflagem tradicionais, especialmente a redução da assinatura térmica.

Fig 10-1- Rede de camuflagem multiespectral URUTAU.

10.2.3 DISSIMULAÇÃO

- Durante a ocupação de posições estáticas, deve ser observada a confecção de "iscas", para chamar a atenção de SARP para meios "falsos". Esses meios possuem formas, silhuetas e assinaturas térmicas semelhantes aos MEM utilizados pela tropa.

Fig 10-2 - Blindado inflável.

10.2.4 DISPERSÃO DOS MEIOS

- A dispersão diminui os efeitos ou danos colaterais causados. Logo, devemos presumir que o Ini observe a adequada dispersão entre suas viaturas. Cabe ressaltar que entre a dispersão e a cobertura vegetal, deve-se preferir a ocupação de posições cobertas.

10.2.5 MUDANÇA DE POSIÇÃO

- O inimigo sempre usará a mudança de posição, buscando a preparação de posições alternativas em ações mais estáticas, além do emprego de manobras evasivas em ações mais dinâmicas, tudo com o intuito de se evadir das ações de nossas forças.

10.2.6 PROTEÇÃO DOS MEIOS

10.2.6.1 Um aspecto que pode ser incrementado é a proteção das viaturas com sacos de areia ou o reforço de sua blindagem com intuito de diminuir o efeito da detonação de munições sobre os meios.

10.2.6.2 Em guerras recentes já é possível observar a utilização de tetos e gaiolas de proteção dos blindados contra o ataque de *drones* e munições remotamente pilotadas.

Fig 10-3 - Blindado Merkava MK IV com teto de proteção.

10.3 MEDIDAS ATIVAS DE DEFESA ANTI-SARP

10.3.1 DETECTAR

10.3.1.1 A observação visual para detectar uma ARP é pouco efetiva, uma vez que essas tornam-se invisíveis a olho nu a uma distância de centenas de metros. Dessa maneira, impõe-se a necessidade de um sistema que possa detectar e rastrear múltiplos SARP, que se deslocam a velocidades reduzidas e baixas altitudes, entre obstáculos e edifícios em zonas urbanas.

10.3.1.2 A detecção de um SARP pode ser realizada de diferentes maneiras, contemplando diferentes tipos de sensores, como a utilização de radares, radiofrequência, eletro-ópticos, infravermelho e dispositivos acústicos.

10.3.1.1 Radar

10.3.1.1.1 O radar detecta a presença de SARP por meio da assinatura radar, gerada quando a Anv encontra os pulsos de radiofrequência emitidos pelo equipamento. Normalmente, utiliza algoritmos para distinguir *drones* de outros objetos voadores, como pássaros.

10.3.1.1.2 O radar possui dificuldade para detectar aeronaves que estejam muito próximas do solo, além de necessitar de visada direta para o *drone* para poder encontrá-lo.

Fig 10-4- Radar *Drone Guard*.

10.3.1.2 Radiofrequência

10.3.1.2.1 O sensor de radiofrequência opera realizando uma varredura nas frequências de operação dos SARP e, por meio de algoritmos, detecta a posição das aeronaves.

Fig 10-5- Sensor de RF Apollo *Shield*

- O equipamento de radiofrequência pode detectar e, em alguns casos, identificar um SARP por meio da varredura das frequências de operação mais usadas, norteando-se em uma base de dados das aeronaves ARP conhecidas.

10.3.1.2.2 Este tipo de sensor também possui algumas limitações, como as interferências eletromagnéticas podendo diminuir a sua efetividade de detecção, notadamente em zonas urbanas.

10.3.1.3 Eletro-óptico

10.3.1.3.1 O sensor eletro-óptico detecta aeronaves não-tripuladas por meio de sua assinatura visual. Para isso, utiliza uma câmera que monitora seu campo de visão emitindo uma luz de *laser* infravermelho, que percorre toda a visada até encontrar uma aeronave.

- A luz refletida pela superfície da aeronave é captada pelo receptor do sensor.

10.3.1.3.2 O sinal refletido é analisado por um processador de sinais que interpreta os dados para determinar a presença, localização e a velocidade da aeronave.

10.3.1.3.3 Sua efetividade é reduzida durante períodos de baixa visibilidade, como quando há neblina, além de necessitar de visada direta para o SARP para poder detectá-lo.

10.3.1.3.4 Outro importante equipamento é o de infravermelho. Ele detecta o SARP por meio de sua assinatura térmica.

Fig 10-6 - Sensor AVT CM202U.

- Além disso, é capaz de também identificar aeronaves não-tripuladas de acordo com o banco de dados de assinaturas conhecidas.
- Ele não costuma ser empregado isoladamente, atuando em conjunto com outros, de forma complementar, principalmente com o eletro-óptico.

10.3.1.4 Acústico

10.3.1.4.1 O sensor acústico detecta SARP através da captação e análise de sons específicos produzidos pelos motores e outras partes da aeronave, captado por microfones de alta precisão.

10.3.1.4.2 Os sons captados são analisados por algoritmos avançados que identificam padrões acústicos característicos de aeronaves. Esses algoritmos podem distinguir entre diferentes tipos de aeronaves e até mesmo estimar a distância e a direção da fonte sonora.

10.3.1.4.3 Normalmente, não é usado isoladamente, mas sim em conjunto com outros. Contudo, não é muito empregado nos sistemas *anti-drone*.

10.3.1.5 Conforme observado, os sensores costumam ter algumas limitações no seu emprego. Por essa razão, torna-se importante a utilização de mais de um tipo para superar os óbices de cada tipo de equipamento. O sistema Anti-SARP AUDS é um exemplo. Ele conta com radar, sensor eletro-óptico e infravermelho, todos atuando de forma conjunta e complementar.

Fig 10-7- Sistema Anti-SARP AUDS

10.3.2 IDENTIFICAR

10.3.2.1 A fase de identificação ocorre após a detecção do SARP. Seu objetivo é determinar se a aeronave não tripulada pertence à força amiga ou à força inimiga. A identificação pode ser eletrônica, visual ou por procedimentos.

10.3.2.2 identificação Eletrônica

10.3.2.2.1 É uma das formas mais seguras e ágeis de determinar se uma aeronave representa uma ameaça, embora exija recursos tecnológicos avançados. Portanto, um sistema *anti-drone* deve incluir sensores capazes de detectar aeronaves por meio de suas seções radar, assinaturas infravermelhas e outras características eletrônicas, de acordo com um banco de dados de aeronaves conhecidas.

10.3.2.2.2 O Sistema Xpeller, por exemplo, usa radar, sensores eletro-ópticos (diurno e termal) e outros sensores para detectar e identificar os *drones*, avaliar seu potencial de ameaça e possui a capacidade de bloquear os sinais de comunicação entre o controle e o *drone*, bem como sua navegação por sinal de GPS.

Fig 10-8 - Sistema Xpeller (Hensold).

10.3.2.2.2 O *Blucase* P6000, por sua vez, é uma solução abrangente de detecção de *drones* que detecta, identifica e alerta rapidamente sobre *links* de comunicação de UAV, enquanto coleta dados em tempo real sobre *status* de voo, rotas e distância.

Fig 10-9- *Blucase* P6000 (*Bluvec Technologies*)

- O fluxo de dados de monitoramento permite que os usuários respondam de forma rápida e eficaz. A tela sensível ao toque exibe dados detalhados de telemetria, incluindo o modelo do *drone*, número de série, velocidade, geolocalização, altitude e movimentos do *drone*, bem como a posição do piloto.

10.3.2.3 Identificação Visual

10.3.2.3.1 A identificação visual é realizada por meio de observadores treinados no reconhecimento dos tipos de *drones*. Um dos métodos mais simples é a observação direta, em que especialistas podem identificar tanto a olho nu (não eficiente) ou com a utilização de binóculos ou meios auxiliares.

10.3.2.3.1 Pode-se citar como exemplo o Binóculo Termal Compacto (BTC) JIM-LR. O equipamento disponibiliza considerável número de funções que incluem visão termal diurna e noturna, telemetria, designação *laser*, bússola, gravação de imagens e vídeo, GPS e transmissão de dados.

Fig 10-10 - Binóculo Termal Compacto (BTC) JIM-LR (Safran).

10.3.3 DECIDIR

10.3.3.1 A fase de decisão tem por finalidade estabelecer qual o procedimento a ser adotado face à ameaça de *drones*.

10.3.3.2 Os decisores possuem pouco tempo para identificar o tipo de SARP, sua carga útil, a viabilidade de atacar as posições amigas e predizer a direção e o tempo do ataque, se for o caso.

10.3.3.3 Por conta do pouco tempo disponível para decisão, os operadores de sistemas Anti-SARP necessitam de ferramentas que lhes permitam determinar de maneira rápida e confiável o nível de ameaça de uma ARP baseado nas informações que os sensores lhes passarão.

10.3.3.4 Os militares devem realizar a identificação e levantar os dados sobre a ARP, para que o comandante da seção possa tomar decisões de forma rápida para que não coloque em risco o planejamento e integridade física da tropa.

Fig 10-11 - RBS 70 NG neutralizando ARP.

10.3.4 NEUTRALIZAR

10.3.4.1 A neutralização de *drones* se refere a um conjunto de ações empregadas para desativar, incapacitar ou impedir a operação de um *drone* indesejado, principalmente quando este representa uma ameaça à segurança ou à tropa.

10.3.4.2 As ações contra os SARP podem variar conforme a categoria da aeronave. As defesas podem ser divididas entre meio cinéticos e não-cinéticos.

10.3.4.3 Meios Cinéticos

10.3.4.3.1 Os meios cinéticos para defesa anti-SARP são aqueles que envolvem o deslocamento de algum corpo contra um ARP para danificar os componentes físicos (*hardware*) da aeronave, com o intuito de neutralizar, indisponibilizar ou mitigar ameaças de forma direta.

10.3.4.3.2 Esses meios podem ser utilizados em cenários de risco iminente ou onde a resposta imediata é necessária.

10.3.4.3.3 Artilharia Antiaérea

a) A AAAe de tubo (canhões) é mais eficaz contra SARP de categorias inferiores (menores) em razão de seu volume de fogo e em razão do uso de munições que liberam balins após explodirem quando se aproximam do alvo.

b) Podemos citar como exemplo o Sistema Gepard, que se constitui de uma viatura blindada de combate antiaéreo (VBC AAe) autopropulsado baseado no *chassi* VBC CC Leopard 1. Foi projetado para fornecer defesa aérea de curto alcance contra aeronaves, helicópteros, mísseis de cruzeiro e, mais recentemente, contra SARP. Possui um radar de busca e um radar de rastreamento que permitem detectar, identificar e engajar alvos aéreos de forma independente.

Fig 10-12 - VBC AAe Gepard.

10.3.4.3.3 Redes

a) Um outro meio cinético utilizado é o de armas que disparam ou transportam redes. Eles foram desenvolvidos para envolver o SARP totalmente ou apenas seus rotores, impedindo que a aeronave consiga se manter no ar.

Fig 10-13 - *Drone* utilizando rede para captura de outro ARP.

b) A aeronave interceptadora geralmente não possui a agilidade de aeronaves menores, como o SARP Catg 0, dificultando a captura de aeronaves desta categoria.

10.3.4.3.4 SARP de Colisão

a) Os SARP de colisão ou de sacrifício, referem-se a aeronaves não tripuladas desenvolvidas para chocarem-se com *drones* inimigos e torná-las indisponíveis.

b) Podemos citar como exemplo o sistema Anduril Anvil, que navega autonomamente para interceptar potenciais ameaças.

Fig 10-14- Anvil (Anduril).

10.3.4.4 Meios Não-Cinéticos

10.3.4.4.1 Os meios não-cinéticos, por sua vez, não envolvem um movimento físico, mas interferências eletrônicas ou mesmo *laser* e micro-ondas como tecnologias Anti-SARP.

10.3.4.4.2 São utilizados para bloquear, interferir ou disfarçar os sinais originais dos SARP.

10.3.4.4.3 A interferência na radiofrequência (RF), conhecida como ***jamming***, é o método de neutralização mais comum.

- Seu funcionamento baseia-se na interrupção da conexão via RF entre a aeronave e o operador por meio da geração de um grande volume de interferência. Isso faz com que o SARP pouse ou inicie o retorno automático para sua base.

10.3.4.4.4 A interrupção na conexão satelital, ou **GNSS Jamming**, também é um método de neutralização muito utilizado. Ele atua no bloqueio do *link* satelital entre o SARP e os sistemas de geoposicionamento, como o GPS, *Glonass* ou BeiDou. Isso faz com que a

aeronave permaneça na posição, pouse ou inicie o retorno para a sua base.

10.3.4.4.5 A falsificação do sinal, ou **spoofing**, permite que se controle um SARP por meio do envio de comunicações ou links de satélites falsos.

10.3.4.4.6 O ofuscamento, ou **dazzling**, corresponde à utilização de um feixe de luz ou *laser* de alta intensidade para cegar a câmera de um SARP.

10.3.4.4.7 A Arma de Energia Direcionada, ou ***Directed Energy Weapons*** (DEW), é um emissor de *laser* ou de micro-ondas de alta potência que danifica os circuitos elétricos das placas-mãe dos SARP e paralisam seus sistemas de comando e controle.

10.3.4.4.8 O armamento de micro-ondas de alta potência, ou *High Power Microwave* (HPM), emite feixes de energia eletromagnética, normalmente na faixa de frequência entre 10 megahertz e 100 gigahertz.

- Desse modo, conseguem passar através das estruturas externas do SARP e atuam diretamente sobre os circuitos semicondutores, que superaquecem e se disformam, inutilizando o sistema de comando e controle.
- Diferente dos armamentos a *laser*, o armamento HPM pode ser emitido com um feixe em forma de cone, podendo neutralizar vários *drones* simultaneamente, sendo útil contra “enxames” de SARP (*swarm drones*).

10.3.4.4.9 A maioria dos sistemas anti-SARP empregam diferentes meios de neutralização. Por exemplo, vários empregam interferência na RF e interrupção na conexão satelital no mesmo produto, bem como podem utilizar meios não cinéticos como primeira opção e cinéticos como última defesa.

10.3.4.4.10 *DroneGun Tactical*

- O equipamento consegue alcançar *drones* que estejam a mais de 1 quilômetro de distância, pode ser usado por até duas horas seguidas com uma única recarga e é capaz de afastar uma grande variedade de modelos.
- O dispositivo dispara sinais de radiofrequência que fazem o *drone* perder a comunicação com o controlador.
- O *DroneGun Tactical* possui como recurso complementar o GNSS Jammer.

Fig 10-15 - *DroneGun Tactical (Droneshield)*

10.3.4.4.11 *Iron Beam*

- É um Sistema de Armas *Laser* de Alta Energia (HELWS) de classe de 100 kW, deverá se tornar o primeiro sistema operacional em sua classe.
- O *Iron Beam* foi projetado para interceptar uma ampla gama de ameaças, como os SARP, a uma distância de algumas centenas de metros a vários quilômetros.

Fig 10-16 - *Iron Beam* (Rafael).

10.3.4.4.12 *Crow*

- O objetivo do sistema anti-SARP *Crow* é detectar, rastrear, identificar e neutralizar qualquer ameaça gerada por um SARP.

Fig 10-17- Sistema *Crow* (Indra).

- Todas as tecnologias utilizadas, incluindo a detecção de radar, a análise RF, a detecção de direção rádio, a detecção eletro-ótica, a análise e classificação, a interferência RF ou a interferência de sinal GNSS estão integradas numa única estação de operação através do C4ARMS, a unidade de comando e controle.
- O sistema é capaz de detectar, usando radares de alta resolução, ARP pequenos a distâncias muito longas.
- Uma vez que a ameaça é detectada, ele usa um sistema optrônico para determinar se o *drone* representa uma ameaça e, em caso afirmativo, para encontrar sua localização exata.
- Uma vez que a ameaça tenha sido confirmada e localizada, o modelo empregará um sistema de interferência que interromperá a orientação do ARP.

ANEXO A

FORMULÁRIOS

A.1 FORMULÁRIO DE SOLICITAÇÃO DE USO DO ESPAÇO AÉREO

FORMULÁRIO DE SOLICITAÇÃO DE USO DO ESPAÇO AÉREO
Dados da Solicitação
Número da Solicitação:
Data da Solicitação:
Hora da Solicitação:
Informações do Solicitante
Nome do Solicitante:
Registro do Solicitante:
Contato do Solicitante:
E-mail do Solicitante:
Informações da Missão
Data da Missão:
Hora de Início:
Hora de Término:
Local da Missão:
Coordenadas GPS (se aplicável):
Dados da Aeronave
Modelo da Aeronave:
Número de Registro:
Peso Máximo de Decolagem (kg):
Objetivo da Missão
Descrição da Missão:
Tarefas a serem Realizadas:
Planejamento de Voo
Altitude de Voo (m):
Distância Máxima do Operador (m):
Ponto de Lançamento:
Rota Planejada:
Considerações de Segurança
Avaliação de Riscos:
Planos de Emergência:
Outras Informações
Autorização de Terceiros (se aplicável):
Informações Adicionais:
Assinatura do Solicitante
Assinatura:
Nome:
Cargo:
Data da Assinatura:

A.2 FORMULÁRIO DE MISSÃO DE VOO

FORMULÁRIO DE MISSÃO DE VOO	
Seção	**Informação**
Informações da Missão	
Data da Missão:	
Hora de Início:	
Hora de Término:	
Dados do Operador	
Nome do Operador:	
Registro do Operador:	
Contato do Operador:	
Informações da Aeronave	
Modelo da Aeronave:	
Número de Registro:	
Peso Máximo de Decolagem (kg):	
Objetivo da Missão	
Descrição da Missão:	
Local da Missão:	
Coordenadas GPS (se aplicável):	
Planejamento de Voo	
Altitude de Voo (m):	
Distância Máxima do Operador (m):	
Ponto de Lançamento:	
Rota Planejada:	
Considerações de Segurança	
Avaliação de Riscos:	
Planos de Emergência:	
Equipamentos de Segurança:	
Condições Meteorológicas	
Condições Previstas:	
Limitações Meteorológicas para o Voo:	
Autorização	
Assinatura do Operador:	
Data da Assinatura:	
ORIENTAÇÕES: a) Preencha todas as seções do formulário antes da missão. b) Guarde uma cópia do formulário para registro. c) Certifique-se de que todas as permissões necessárias foram obtidas.	

A.3 FORMULÁRIO DE ACIDENTE / INCIDENTE

FORMULÁRIO DE ACIDENTE / INCIDENTE	
SEÇÃO	**DESCRIÇÃO**
Dados do Relatório	
Número do Relatório:	
Data do Relato:	
Hora do Relato:	
Informações do Incidente/Acidente	
Data do Acidente/Incidente:	
Hora do Acidente/Incidente:	
Local do Acidente/Incidente:	
Descrição do Incidente/Acidente:	
Dados da Aeronave	
Modelo da Aeronave:	
Número de Registro:	
Peso Máximo de Decolagem (kg):	
Objetivo da Missão no Momento do Incidente:	
Operador	
Nome do Operador:	
Registro do Operador:	
Contato do Operador:	
Condições no Momento do Incidente	
Condições Meteorológicas:	
Visibilidade:	
Vento:	
Causas Potenciais	
Causas Imediatas:	
Causas Contribuintes:	
Consequências	
Danos à Aeronave:	
Danos a Propriedades:	
Lesões Pessoais:	
Outras Consequências:	
Ações Tomadas	
Ações Imediatas Após o Incidente:	
Relato às Autoridades:	
Medidas Preventivas para o Futuro:	
Observações Finais	
Comentários Adicionais:	
Assinatura do Responsável pelo Relato	
Nome:	
Cargo:	
Data da assinatura:	

ANEXO B

CHECKLIST DE VOO

CHECKLIST DE VOO				
MONTAGEM ARP / CONTROLE DE VOO				
ITEM		**ATIVIDADE / AÇÃO / SITUAÇÃO**	**S**	**N**
1	Embalagem de transporte do SARP	Colocar a embalagem de transporte ao lado do ponto de decolagem, remover a ARP e o controle de voo.		
2	Braços	Abrir os braços dianteiros e traseiros, nesta ordem.		
3	Hélices	Verificar o estado geral e o encaixe das hélices.		
4	Acessórios	Instalar os acessórios, SFC.		
5	Controle de Voo	Abrir a antena e montar os pinos de controle.		
6	Cartão micro-SD	Inserir o cartão micro-SD, SFC		
7	Bateria ARP	Inserir a bateria na ARP.		
8	*Blank*	Remover o *blank* do estabilizador do sensor óptico.		
9	ARP	Ligar a ARP.		
10	Sensor óptico	Verificar o funcionamento do estabilizador (gimbal) e do sensor óptico.		
VERIFICAÇÕES PRÉ-VOO				
ITEM		**ATIVIDADE / AÇÃO / SITUAÇÃO**	**S**	**N**
1	Previsão do tempo	Verificar a previsão do tempo.		
2	Visibilidade	Verificar a visibilidade (neblina). Drone sempre deve estar à vista do operador ou observador.		
3	Espaço Aéreo	Verificar outras operações de voo ao redor como aeronaves de grande porte mesmo tendo todas as liberações exigidas pela regulamentação da ANAC.		
4	Área de decolagem	Certificar-se de que a área de descolagem esteja livre de pessoas, animais ou objetos.		
5	Bateria do controle de voo	Bateria com carga para o voo.		
6	Bateria ARP	Bateria carregada e encaixada no ARP.		
7	Braços	Abertos.		
8	Hélices	Desdobradas.		
9	Lentes dos sensores	Limpas.		
10	Motores	Motores livres (quatro motores).		
11	Controle de Voo	Ligar o controle de voo.		

12	ARP	Colocar o drone no chão apontando a sua frente para a direção de decolagem.		
13	ARP	Ligar a ARP.		
14	Conexão entre Controle de voo e ARP	Controle de voo (DJI Pilot) conectado à ARP.		
15	Modo de voo	Deve estar em "P".		
16	Acessórios	Fixados corretamente.		
17	LED status ARP	LED deve estar **VERDE**.		
18	DJI Pilot	Configurar a Altura do RTH e configurações gerais. Em caso de retorno de emergência (return to home) considere a maior altura dos possíveis obstáculos à frente do drone, e configure uma altura segura para o retorno autônomo do equipamento sem que possa bater em prédios, árvores, fios etc.		
19	Motores	Ligar motores.		
20	Comandos de voo	Testar comandos de voo (ARP para cima, giro de 360º para Dirt e Esqu, ARP à Dirt, à Esqu, a frente, para trás e para baixo).		
21	Transmissão de Imagem	Verificar a transmissão das imagens da câmera.		
22	GPS	Verificar sinal do GPS (mínimo 9).		
23	Homepoint	Aguardar Marcação Home Point (geolocalização da função Return to Home- RTH).		
24	Decolagem	Decolar para o cumprimento da missão recebida, seguindo o plano de voo.		
VERIFICAÇÕES DURANTE O VOO				
ITEM		**ATIVIDADE / AÇÃO / SITUAÇÃO**	**S**	**N**
1	Baterias	Verificar o nível da carga da bateria do controle de voo e o nível da carga da bateria da ARP.		
2	Status ARP e controle de voo	Verificar a situação da ARP e controle de voo por meio dos LEDS e indicações no controle.		
VERIFICAÇÕES INTERVOO				
ITEM		**ATIVIDADE / AÇÃO / SITUAÇÃO**	**S**	**N**
1	Baterias	Verificar o nível da carga da bateria do controle de voo e o nível da carga da bateria da ARP.		
2	ARP	Desligar a ARP.		
3	Bateria ARP	Substituir bateria da ARP.		
4	Bateria Controle de voo	Recarregar a bateria do controle remoto ou substituir o controle remoto.		
5	Hélices	Estado geral (com ou sem alteração). Substituir hélice(s) se necessário.		

6	ARP	Estado geral da ARP (frame, gimbal e trem de pouso) com ou sem alteração. Substituir ARP se com alteração.		
7	Decolagem	Antes de decolar para uma nova missão ou continuação de uma missão, verificar os itens 1 a 24 da lista de verificações pré-voo.		
VERIFICAÇÕES PÓS VOO				
ITEM		**ATIVIDADE / AÇÃO / SITUAÇÃO**	**S**	**N**
1	Baterias	Verificar o nível da carga da bateria do controle de voo e o nível da carga da bateria da ARP.		
2	ARP e Controle de Voo	Desligar a ARP e a bateria da ARP e o controle de voo.		
3	Sensores	Verificar a integridade dos sensores (com ou sem alteração).		
4	ARP	Verificar o estado geral da ARP: frame, gimbal e trem de pouso (com ou sem alteração).		
5	Baterias	Carregar, SFC.		
6	Cartão micro-SD	Remover cartão micro-SD		
7	Acessórios	Verificar integridade dos acessórios (com ou sem alteração)		
DESMONTAGEM DO SARP				
ITEM		**ATIVIDADE / AÇÃO / SITUAÇÃO**	**S**	**N**
1	ARP e Controle de voo	Devem estar desligados.		
2	Blank	Instale o blank (capa do estabilizador do sensor óptico).		
3	Embalagem de transporte	Deve estar ao lado do ponto de pouso da ARP.		
4	Bateria ARP.	Remover a bateria da ARP e guarde na embalagem de transporte		
5	Acessórios	Remover os acessórios, SFC.		
6	Hélices	Remover as hélices e guardar na embalagem de transporte.		
7	Braços	Fechar os braços traseiros e os braços dianteiros, nesta ordem.		
8	ARP	Guarde a ARP na embalagem de transporte.		
9	Controle de voo	Fechar as antenas e remover os pinos de controle. Guardar o controle de voo na embalagem de transporte.		
10	Check de abandono	Realizar o check de abandono do local ocupado.		
MANUTENÇÃO				
ITEM		**ATIVIDADE / AÇÃO / SITUAÇÃO**	**S**	**N**
1	ARP	- Poeira: remover com pincel com cerdas de pelo. - Lama / água: limpar e secar com pano limpo.		
2	Controle de voo			
3	Baterias			
4	Sensores			

LED DE STATUS DA ARP		
LED	**SITUAÇÃO**	**SIGNIFICADO**
ESTADO NORMAL		
	Pisca continuamente em vermelho, verde e amarelo.	Ligando e executando testes de diagnóstico.
	Pisca em amarelo e verde, alternadamente.	Aquecimento.
	Pisca em verde, lentamente.	P-mode com GPS.
2x	Pisca 2 vezes em verde, continuamente.	P-mode com sistemas visuais frontal e inferior.
	Pisca em amarelo, lentamente.	Sem GPS, sistema visual frontal ou inferior.
	Pisca em verde, lentamente	Frenagem.
	Pisca em verde e azul, alternadamente	RTK ativado e dados RTK estão sendo usados.
ESTADO DE AVISO		
	Pisca em amarelo, rapidamente.	Perda de sinal do controle de voo.
	Pisca em vermelho, lentamente.	Bateria fraca.
	Pisca em vermelho, rapidamente.	Bateria extremamente fraca.
	Pisca em vermelho.	Erro de UMI.
	Aceso em vermelho.	Erro crítico.
	Pisca em vermelho e amarelo, alternadamente.	Necessário calibração da bússola.
	Pisca em vermelho e verde, alternadamente.	A função RTK está ativada, mas os dados RTK estão indisponíveis.

LED DE STATUS DA BATERIA DA ARP					
LED 1	LED 2	LED 3	LED 4	PADRÃO DE LUZES	SIGNIFICADO
				LED 2 pisca 2x por segundo	Sobrecorrente detectada.
				LED 2 pisca 3x por segundo	Curto-circuito detectado
				LED 3 pisca 2x por segundo	Sobrecarga detectada.
				LED 3 pisca 3x por segundo	Carregador com sobretensão.
				LED 4 pisca 2x por segundo	A temperatura de carregamento está muito baixa.
				LED 4 pisca 2x por segundo	A temperatura de carregamento está muito alta.

LED DE NÍVEL DE BATERIA DA ARP				
LED				
NÍVEL DE BATERIA	**0 a 25%**	**25 a 50%**	**50 a 75%**	**75 a 100%**

LED DE NÍVEL DE BATERIA DO CONTROLE DE VOO				
LED				
NÍVEL DE BATERIA	**0 a 25%**	**25 a 50%**	**50 a 75%**	**75 a 100%**

LED DE STATUS DO CONTROLE DE VOO		
LED	**SITUAÇÃO**	**SIGNIFICADO**
	Acesso em vermelho	O controle de voo não está vinculado a uma ARP.
	Aceso em verde	O controle de voo está vinculado a uma ARP.
	Pisca em azul	O controle de voo está sendo vinculado a uma ARP.
	Pisca em vermelho	A temperatura do controle de voo está muito alta ou o nível de bateria da ARP está muito baixo.
	Pisca em amarelo	O nível de bateria do controle de voo está baixo.
	Pisca em azul-turquesa	Os pinos do controle de voo não estão centralizados.
	Aceso em azul	O firmware do controle de voo foi atualizado com sucesso.
	Aceso em amarelo	A atualização do firmware do controle de voo falhou.

ANEXO C

RELATÓRIO DE MISSÃO DE VOO

RELATÓRIO DE MISSÃO DE VOO	
ITEM	**DESCRIÇÃO**
Data do Voo	
Local da Operação	
Nome do Piloto	
Modelo da Aeronave	
Duração do Voo	
Quantidade de Baterias	
Horário de Decolagem	
Horário de Pouso	
Altitude Máxima	
Área de Operação	
Funcionamento Geral	
Problemas Encontrados	
Imagens/Vídeos Capturados	[Detalhar tipo e quantidade de dados coletados]
Outros Dados	
Incidentes	
Medidas de Segurança Aplicadas	
Avaliação Geral da Missão	
Recomendações	
Anexos	
Assinatura do Operador	
Data Assinatura	

ANEXO D

CONTROLE DE MANUTENÇÃO DA ARP CONTROLE DE VOO

<table>
<tr><td>SARP Catg 0</td><td>X</td><td rowspan="2">Modelo:
MAVIC 2</td><td rowspan="2">Fabricante:
DJI</td><td rowspan="2">Nº SN controle
13MBK5MR0101K6</td><td rowspan="2">Nº SN embalagem
4GCCK67R0B0HTL</td><td rowspan="2">Prefixo ARP
EB 7002</td><td rowspan="2">Nr SN ARP
4GCCK67R0B0HTL</td></tr>
<tr><td>SARP Catg 1</td><td></td></tr>
</table>

Data:	**Alteração:**	**HV voadas**	**OS Nr**	**Ass Rsp Mnt**
12/02/23	**ARP não liga**	**10**	**23.001**	**Macedo - Sgt**

Obs: Os campos OS Nr e Ass Rsp Mnt são preenchidos pelo pessoal de Mnt do B Mnt Sup Av Ex.

ANEXO E

CONTROLE DE MANUTENÇÃO DA BATERIA

Bat Nº 1		**Bat Nº 2**		**Bat Nº 3**		**Bat Nº 4**		**Bat Nº 5**		**Bat Nº 6**	
SN: **161AK5W63 901L9**		SN:		SN:		SN:		SN:		SN:	
Data Insp	Nº Ciclo	Data Insp	Nº Ciclo	Data Insp	Nº Ciclo	Data Insp	Nº Ciclo	Data Insp	Nº Ciclo	Data Insp	Nº Ciclo
01/02/24	**02**										
05/02/24	**04**										

GLOSSÁRIO

ABREVIATURAS E SIGLAS

A

Abreviaturas/Siglas	Significado
ARP	Aeronave Remotamente Pilotada
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
A Op	Área de Operações
AEI	Artefatos e Explosivos Improvisados
AAAe	Artilharia Antiaérea
AGL	Altura de operação (***Above Ground Level***)
APA	Análise Pós-Ação

B

Abreviaturas/Siglas	Significado
BLOS	Além Da Linha De Visada Direta (***Beyond Line Of Sight***)
BVLOS	Além Da Linha De Visada Visual (***Beyond Visual Line Of Sight***)
BTC	Binóculo Termal Compacto
Bda	Brigada

C

Abreviaturas/Siglas	Significado
Com TO	Comando do Teatro de Operações
C Ex	Comando do Exército
CI	Manual Técnico
Catg	Categoria
CAS	Conjunto de Apoio de Solo
CAG	Circulação Aérea Geral
CGNA	Centro de Gerenciamento da Navegação Aérea
COM	Circulação Operacional Militar
CINDACTA	Centros Integrados de Defesa Aérea e Controle de Tráfego Aéreo
CRCEA	Centro Regional de Controle do Espaço Aéreo
CBA	Código Brasileiro de Aeronáutica
CAE	Certificado de Aeronavegabilidade Experimental
CENIPA	Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
COTER	Comando de Operações Terrestres
CIAvEx	Centro de Instrução de Aviação do Exército
CW	Sentido horário (***Clockwize***)
CCW	Sentido anti-horário (***Counterclockwize***)

D

Abreviaturas/Siglas	Significado
DECEA	Departamento de Controle do Espaço Aéreo
DE	Divisão de Exército
DRI	Detecção, Reconhecimento e Identificação

E

Abreviaturas/Siglas	Significado
ECS	Estação De Controle De Solo

F

Abreviaturas/Siglas	Significado
FRZ	Zona De Restrição De Voo (***Flight-Restricted Zone***)
FGR	Ficha de Gestão do Risco
FOD	*Foreign Object Debris*
F Adv	Força Adversa

G

Abreviaturas/Siglas	Significado
GC	Grupo de Combate
GNAF	Gerente Nacional de Fluxo
GLO	Garantia da Lei e da Ordem
GMTI	Radar de detecção de atividades (***Ground Moving Target Indicator***)
GE	Guerra Eletrônica

H

Abreviaturas/Siglas	Significado
HALE	Alta altitude, grande autonomia

I

Abreviaturas/Siglas	Significado
IFR	Regras de Voo por instrumento
IRVA	Inteligência, reconhecimento, vigilância e aquisição de alvos
ILDA	Identificação, localização e designação de alvos
IGPM	Inspetoria Geral de Polícia Militar

L

Abreviaturas/Siglas	Significado
LOS	Linha de Visada Direta (***Line of Sight***)
LALE	Baixa Altitude, grande autonomia

M

Abreviaturas/Siglas	Significado
METAR	Informe Meteorológico Regular De Aeródromo (***Meteorological Aerodrome Report***)

MAPA	Ministério da Agricultura e Pecuária
Mnt	Manutenção
MEM	Material de Emprego Militar
MALE	Média altitude, grande autonomia
MEM	Material de Emprego Militar

N

Abreviaturas/Siglas	**Significado**
NOTAM	*Notice To Airmen*

O

Abreviaturas/Siglas	**Significado**
Op	Operação(ões)
OB	Ordem de Busca
OM	Organização Militar
OACI	Organização de Aviação Civil Internacional

P

Abreviaturas/Siglas	**Significado**
Pel	Pelotão
PMD	Peso Máximo de Decolagem
PN	*Part Number*
PGRO	Programa De Gerenciamento Do Risco Operacional
PPAA	Programa de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos

Q

Abreviaturas/Siglas	**Significado**
QBRN	Químico, Biológico, Radiológico e Nuclear

R

Abreviaturas/Siglas	**Significado**
RBAC-E	Regulamento Brasileiro de Aviação Civil Especial
RELPREV	Relatório De Prevenção
RFC	Registros de Fatos Contribuintes
RIPI	Regiões De Interesse Para a Inteligência
Rec	Reconhecimento
RPS	Posto de Trabalho do Piloto Remoto (***Remote Pilot Station***)

S

Abreviaturas/Siglas	**Significado**
SARP	Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas
SARPAS	Solicitação de acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro por Aeronaves Não Tripuladas
SMEM	Sistema de Material de Emprego Militar
SPECI	Informe Meteorológico Especial De Aeródromo (***Special Weather Report***)
SN	*Serial Number*

SISANT	Sistema de Aeronaves Não Tripuladas
SIPAER	Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
SIPAAerEx	Sistema De Investigação E Prevenção De Acidentes Aeronáuticos Do Exército.
SisAvEx	Sistema de Aviação Do Exército
SIPAA	Seção de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos.
SAR	Radar de Abertura Sintética (***Synthetic Aperture Radar***)
SU	Subunidade
SFC	Se for o caso

T

Abreviaturas/Siglas	Significado
TTD	Terminal de transmissão de dados
TED	Terminal de enlace de dados
TAF	Previsão De Aeródromo (***Terminal Area Forecast***)
TN	Território Nacional
Tu	Turma
TTP	Táticas, Técnicas e Procedimentos

U

Abreviaturas/Siglas	Significado
U	Unidade

V

Abreviaturas/Siglas	Significado
VANT	Veículo Aéreo Não Tripulado
VLOS	Linha De Visada Visual **(Visual Line Of Sight)**
VMC	Condições Meteorológicas De Voo Visual (***Visual Meteorological Conditions***)
VSV	Vistoria de Segurança de Voo
VFR	Regras de Voo visual
Vtr	Viatura
VBC	Viatura Blindada de Combate

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Código Brasileiro de Aeronáutica (CBA)**. Lei Nº 7.565, de 19 de dezembro de 1986. Brasília, DF: 1986.

BRASIL. **Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER)**. Decreto Nº 9.540, de 25 de outubro de 2018. Brasília, DF: 2018.

BRASIL. **Regulamento Brasileiro de Aviação Civil Especial (RBAC-E) Nº 94.** Brasília, DF: ANAC, 2017.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Manual de Abreviaturas, Siglas, Símbolos e Convenções Cartográficas das Forças Armadas.** MD33-M-02. 3. ed. Brasília, DF: MD, 2008.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Glossário das Forças Armadas.** MD35-G-01. 5. ed. Brasília, DF: MD, 2015.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Diretriz de Prevenção e Investigação de Acidentes Aeronáuticos na Aviação Militar Brasileira**. Portaria GM-MD Nº 4.095, de 7 de outubro de 2021. Brasília, DF: MD, 2021.

BRASIL. Comando do Exército. **Instruções Gerais para as Publicações Padronizadas do Exército.** EB10-IG-01.002. 1. ed. Brasília, DF: Cmt Ex, 2011.

BRASIL. Exército. Estado-Maior do Exército. **Glossário de Termos e Expressões para Uso no Exército.** EB20-MF-03.109. 5. ed. Brasília, DF: EME, 2018.

BRASIL. Exército. Comando de Operações Terrestres. **Operações**. EB70-MC-10.223. 5. ed. Brasília, DF: EME, 2017.

BRASIL. Exército. Comando de Operações Terrestres. **Condicionantes Doutrinárias e Operacionais Nº 02/2024 (CONDOP Nº 02/2024) do Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP).** Brasília, DF: COTER, 2024.

BRASIL. Exército. Comando de Operações Terrestres. **Programa-Padrão de Instrução De Capacitação Técnica E Tática Do Operador Do Sistema De Aeronaves Remotamente Pilotadas Categoria Zero**. EB70-PP-11.028. ed experimental. Brasília, DF: COTER, 2021.

BRASIL. Exército. Comando de Operações Terrestres. **Norma Operacional de Emprego dos Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP) e das ARP não SMEM.** EB70-N-13.001. Brasília, DF: COTER, 2018.

BRASIL. Exército. Comando de Operações Terrestres. **Programa de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos do Exército Brasileiro para os anos de 2024 a 2026**. EB70-

P-13.001. 1. ed. Brasília, DF: COTER, 2024.

BRASIL. Exército. Comandante do Exército. **Diretriz para a Identificação dos Fatores Contribuintes de Acidentes na Instrução Militar e no Serviço (IFCA)**. EB10-D-06.001. 1. ed. Brasília, DF: Cmt Ex, 2018.

BRASIL. Exército. Comando de Operações Terrestres. **Vetores Aéreos da Força Terrestre**. EB70-MC-10.214. 2. ed. Brasília, DF: COTER, 2020.

BRASIL. Exército. Comando de Operações Terrestres. **Minas e Armadilhas**. C 5-37. 2. ed. Brasília, DF: COTER, 2000.

BRASIL. FORÇA AÉREA. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **NOTAM**. ICA 53-1. Brasília, DF: DECEA, 2020.

BRASIL. FORÇA AÉREA. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **Plano de Voo**. ICA 100-11. Brasília, DF: DECEA, 2017.

BRASIL. FORÇA AÉREA. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **Regras do Ar**. ICA 100-12. Brasília, DF: DECEA, 2016.

BRASIL. FORÇA AÉREA. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **Regras de Tráfego Aéreo para Circulação Operacional Militar (RESERVADO)**. ICA 100-13. Brasília, DF: DECEA, 2016.

BRASIL. FORÇA AÉREA. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **Instrução sobre Aeronaves não Tripuladas e o Acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro.** ICA 100-40. Brasília, DF: DECEA, 2023.

BRASIL. FORÇA AÉREA. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **Divulgação de Informações Meteorológicas**. ICA 105-1. Brasília, DF: DECEA, 2023.

BRASIL. FORÇA AÉREA. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **Instrução sobre Códigos Meteorológicos**. ICA 105-16. Brasília, DF: DECEA, 2017.

BRASIL. FORÇA AÉREA. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **Preenchimento dos Formulários de Plano de Voo**. MCA 100-11. Brasília, DF: DECEA, 2020.

BRASIL. FORÇA AÉREA. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **Fraseologia de Tráfego Aéreo**. MCA 100-16. Brasília, DF: DECEA, 2021.

BRASIL. FORÇA AÉREA. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **Código Meteorológico TAF**. FCA 105-2. Brasília, DF: DECEA, 2017.

BRASIL. FORÇA AÉREA. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **Códigos Meteorológicos METAR E SPECI**. FCA 105-3. Brasília, DF: DECEA, 2017.

DJI. **Manual do Usuário *MAVIC 2 ENTERPRISE ADVANCED***. V1.0 Ed 2021. Disponível em: http://dji.com/mavic-2-enterprise-advanced.